

3100097008575

# ALAT PENGANALISA KREATININ DAN UREA PADA URIN YANG DIINTERFACEKAN PADA IBM PC



PERPUSTAKAAN	
Tgl. Terima	04 SEP 1995
Terima	14
No. Agenda Pp.	5632

RSE  
621.3981  
SIR  
A-1  
1995

Oleh :  
**TAUFIQURRAHMAN SIREGAR**  
NRP. 2882201075

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
1995**

# **ALAT PENGANALISA KREATININ DAN UREA PADA URIN YANG DIINTERFACEKAN PADA IBM PC**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro**

**P a d a**

**Bidang Studi Elektronika**

**Jurusan Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya**

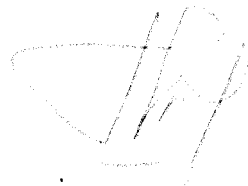
**Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing I**



**(Ir. Murdi Asmoroadji)**

**Dosen Pembimbing II**



**(Ir. Pujiono)**

**S U R A B A Y A  
AGUSTUS, 1995**

## ABSTRAK

---

*Salah satu cara pemeriksaan awal adanya penyakit adalah dengan test urin. Analisa konsentrasi kreatinin dan urea pada urin secara fotometris dapat didisain dengan bantuan PC (Personal Computer) melalui Rangkaian Interface (Rangkaian Antar-Muka), sehingga lebih efisien.*

*Untuk pembacaan Absorban dari sampel digunakan fotodiode dan dibaca oleh ADC AD574. Melalui PPI 8255 data ADC diolah oleh software. Dalam pengukuran seri dapat dilakukan 33 sampel sekaligus sehingga lebih efisien. Data-data hasil analisa dapat disimpan berupa file dan dapat dicetak pada printer, sehingga pada saat diperlukan lagi data tersebut dapat diambil untuk melihat kemajuan keadaan pasien.*

*Dari hasil perencanaan dapat diketahui bahwa dalam ketelitian pengukuran tergantung dari panjang gelombang cahaya monokromatik dan pencampuran reagen pada sampel, blanko dan standard. Analisa konsentrasi kreatinin pada urin dapat dilakukan dengan metoda fotometris.*

# **KATA PENGANTAR**

---

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas ridloNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul

## **ALAT PENGANALISA KREATININ DAN UREA PADA URIN YANG DIINTERFACEKAN PADA IBM PC**

Tugas Akhir merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa untuk meraih gelar kesarjanaan di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu ijinakan penulis menyampaikan terima kasih khususnya kepada,

- Mama, Abang dan Kakak, yang tak henti-hentinya memberikan doa bagi keberhasilan penulis.
- Ir. Murdi Asmoroadji, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan Tugas Akhir ini.
- Ir. Pujiono, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan Tugas Akhir ini.

- Ir. Soetikno, selaku Koordinator Bidang Studi Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri ITS.
- Ir. Harmani, selaku Dosen Wali.
- Bapak Dr. Ir. Moch. Salehudin M.Eng,Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Industri Sepuluh Nopember Surabaya.
- Seluruh rekan mahasiswa Bidang Studi Elektronika Jurusan Teknik Elektro FTI ITS, khususnya rekan-rekan B205.
- Seluruh staf pengajar dan karyawan administrasi Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS.

Harapan penulis semoga buku Tugas Akhir ini dapat memberikan sedikit sumbangan bagi ilmu pengetahuan dan khususnya bagi para petugas medis yang berkaitan dengan topik Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juli 1995

Penulis

# DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Pengesahan.....	ii
Abstrak.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi.....	vi
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    LATAR BELAKANG.....	1
1.2    PERMASALAHAN.....	2
1.3    PEMBATASAN MASALAH.....	2
1.4    METODOLOGI.....	3
1.5    SISTEMATIKA PEMBAHASAN.....	4
1.6    RELEVANSI.....	4
<b>BAB II TEORI PENUNJANG.....</b>	<b>6</b>
2.1    PENDAHULUAN.....	6
2.2    TEORI TENTANG URIN.....	7

2.2.1 Cairan Tubuh.....	7
2.2.2 Pembentukan Urin oleh Ginjal.....	8
2.2.3 Keadaan Urin.....	12
2.3 FOTOMETER.....	18
2.3.1 Alat Ukur Secara Fotometris.....	19
2.3.2 Prinsip Kerja Fotometer.....	24
2.4 HARDWARE.....	28
2.4.1 Arsitektur Komputer IBM PC.....	28
2.4.2 Slot Ekspansi IBM PC.....	28
2.4.3 Programmable Peripheral Interface 8255.....	35
2.4.3.1 Diskripsi Fungsional Intel 8255A.....	36
2.4.3.2 Diskripsi Fungsional 8255A.....	39
2.4.4 Analog to Digital Converter AD574A.....	40
2.4.4.1 AD574A Connection.....	44
2.4.4.2 Pengontrolan AD574A.....	44
2.4.4.3 Mode Operasi "Stand Alone".....	45
2.4.5 Operational Amplifier.....	47
2.4.6 Transducer.....	48
2.4.7 Motor Stepper.....	51

<b>BAB III PERENCANAAN HARDWARE DAN SOFTWARE.....</b>	<b>56</b>
3.1 PENDAHULUAN.....	56
3.2 METODE PENGAMBILAN SAMPEL.....	56
3.3 PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM.....	58
3.3.1 Hardware.....	58
3.3.1.1 Sumber Cahaya.....	59
3.3.1.2 Fotodetektor.....	60
3.3.1.3 DC Processor.....	61
3.3.1.4 ADC dan Paralel Interface.....	65
3.3.1.5 Logic Sequencer dan Motor Stepper.....	69
3.3.1.6 Sensor.....	70
3.3.2 Software.....	71
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN PENGUKURAN.....</b>	<b>76</b>
4.1 PENGUJIAN OPTIK.....	76
4.2 PENGUJIAN RESPON TRANSDUSER.....	77
4.3 PENGUJIAN INSTRUMENTASI.....	77
4.4 PENGUJIAN LOW PASS FILTER.....	77
4.5 PENGUJIAN RANGKAIAN PROTEKSI.....	78
4.6 PENGUJIAN KELINIERAN ADC.....	78



4.7 PENGUJIAN SISTEM.....	78
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>80</b>
5.1 KESIMPULAN.....	80
5.2 SARAN.....	81
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>82</b>

## **LAMPIRAN**

Lampiran A-1 Rangkaian DC-Processor

Lampiran A-2 Rangkaian Logic Sequencer dan Sensor

Lampiran A-3 Rangkaian ADC dan PPI

Lampiran B-1 Flowchart Program Utama

Lampiran B-2 Flowchart Program Kalibrasi

Lampiran B-3 Flowchart Program Analisa

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
2.1 Sistem Pembentukan Urin	8
2.2 Nefron	9
2.3 Blok-diagram Spektrofotometer Sinar-tunggal	20
2.4 Hasil relatif energi suatu lampu wolfram sebagai fungsi panjang gelombang	21
2.5 Diagram Sistem Optik dari Spektrofotometer	22
2.6 Karakteristik Spektrum Cahaya Tampak	26
2.7 Kisi Defraksi	27
2.8 Pinout I/O Connector dalam IBM PC	29
2.9 Buffer Bus Data dan Fungsi-fungsi Logika PPI 8255	35
2.1 Format Definisi Mode Operasi 8255A	39
2.11 Definisi Mode Dasar dan Interface Bus	40
2.12 ADC Successive Approximation	41
2.13 Konfigurasi Pin dan Blok Diagram	42
2.14a Koneksi Input Unipolar	43
2.14b Koneksi Input Bipolar	43

2.15a	Pulsa rendah R/C Output-output di-enable setelah konversi	46
2.15b	Pulsa tinggi R/C Output-output di-enable pada saat R/C high, dan sebaliknya high Z.	46
2.16	Rangkaian Pengganti Op-Amp	47
2.17b	Struktur PN Fotodioda	50
2.17b	Karakteristik PN Dioda	50
2.19	Eksitasi pada Motor Stepper	52
3.1	Blok-diagram Prinsip Pengukuran	57
3.2	Blok Diagram Alat	58
3.3	Sumber Cahaya dengan Sistem Optik	59
3.4	Rangkaian Penguat Fotodioda	61
3.5	Rangkaian Instrumen Amplifier	62
3.3	Low Pas Filter	63
3.7	Rangkain Proteksi	64
3.8	Rangkaian ADC dan Buffer	66
3.9	Rangkaian Decoding PPI	68
3.10.	Parallel Interface	69
3.11	Rangkaian Logic Sequencer	70
3.12	Rangkaian Sensor Kondisi Awal	71

3.13	Blok-blok Utama Program	71
3.14	Flowcart Sub-program Uadc.inc	74

## DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
2.1 Operasi Dasar 8255A	37
2.2 Tabel Kebenaran Sinyal-sinyal Kontrol AD574A	44
2.3 Mode Pengendalian Full Step	53
2.4 Mode Pengendalian Half Step	54
3.1 Operasi IC 74LS245	67
3.2 Decoding PPI 8255A	68
4.1 Perbandingan hasil analisa Lab. dengan alat yang dibuat	79

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

---

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Dalam era pembangunan saat ini banyak diwarnai oleh pemakaian dan pemanfaatan teknologi canggih diberbagai bidang. Hal ini dimaksudkan untuk mencapai hasil yang lebih baik dengan efisiensi dan efektivitas yang lebih tinggi. Kemajuan dibidang elektroteknik mendominasi dari berbagai kemajuan yang ada. Salah satunya adalah pemakaian komputer secara optimal.

Bidang kedokteran merupakan salah satu sektor yang perlu diperhatikan dalam proses pembangunan. Pemakaian komputer secara optimal di bidang kedokteran salah satunya adalah untuk meningkatkan efisiensi peralatan kedokteran. Pemilihan jenis komputer yang dipakai disesuaikan dengan kebutuhan.

Analisa urin merupakan salah satu cara yang banyak dipakai dalam laboratorium klinik untuk mengidentifikasi jenis penyakit. Analisa urin dengan menggunakan spektrum cahaya merupakan salah satu metode analisa urin yang banyak dipakai. Karena lebih tepat dalam mengidentifikasi perubahan-perubahan kandungan zat dalam urine maka sangat beralasan apabila efektivitas dan efisiensi peralatan analisa urin dengan menggunakan spektrum

cahaya atau spektrofotometris harus benar-benar diperhatikan.

## **1.2. PERMASALAHAN**

Untuk mendapatkan hasil dari analisa urin dengan spektrum cahaya tergantung dari metoda reagensia yang dipakai. Analisa urine menggunakan spektrum cahaya dengan metoda perbandingan sangat tergantung pada intensitas gelombang cahaya yang menembus sampel. Besarnya intensitas yang menembus sampel tergantung dari zat-zat dalam urin yang telah dicampur dengan reagen. Gelombang cahaya dan reagen yang digunakan tergantung dari zat-zat yang akan diukur.

Untuk mengeliminasi semua faktor-faktor di atas maka dibuat analisa konsentrasi kreatinin pada urin dengan spektrofotometer yang diinterfacekan ke IBM PC.

## **1.3. PEMBATAKAN MASALAH**

Dalam tugas akhir ini dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

- Dalam tugas akhir ini dibuat suatu alat untuk menganalisa urine secara fotometris terprogram yang diantarmukakan ke komputer.
- Pemilihan panjang gelombang cahaya dan reagen disesuaikan dengan zat yang terkandung dalam urine.

- Konsentrasi pada urin yang akan dianalisa yaitu:
  - kreatinin
  - urea
- Analisa dilakukan secara berurutan sebanyak 33 kali pengukuran atau maksimum 33 sampel.
- Untuk membantu proses selanjutnya, digunakan software untuk mengolah dan menyimpan data.
- Hasil analisa dapat disimpan dalam file serta dapat dioutputkan ke printer.

#### **1.4. METODOLOGI**

Metodologi yang dipakai penulis dalam merencanakan alat tersebut sebagai berikut :

1. Studi literatur mengenai photometer dan jenis-jenis instrumen penganalisa urin secara fotometris .
2. Studi literatur mengenai zat-zat yang terkandung dalam urin dan reagensia yang digunakan pada analisa secara photometris.
3. Merencanakan hardware yang meliputi sistem akuisisi data, sistem analog to digital converter, dan sistem parallel interface.
4. Merencanakan software untuk memprogram operasi hardware dan melakukan komputasi untuk menentukan absorban dari data yang diambil dari sampel terukur.
5. Melakukan pengujian alat yang meliputi hardware dan software.



## **1.5 SISTEMATIKA PEMBAHASAN**

Sistematika penulisan tugas akhir ini dilakukan melalui tahap-tahap sebagai berikut :

### **BAB I**

Memberikan sedikit ulasan yang melatarbelakangi pemilihan judul dan kerangka pembahasan.

### **BAB II**

Memberikan tentang teori yang penunjang perencanaan alat, meliputi teori spektrum, permasalahan urin, hardware dan software.

### **BAB III**

Menjelaskan perencanaan dan pembuatan seluruh sistem yang meliputi hardware dan software.

### **BAB IV**

Berisi pengujian dan pengukuran alat serta penjelasan mengenai operasi peralatan.

### **BAB V**

Merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran dari Tugas Akhir ini.

## **1.6 RELEVANSI**

Hasil Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi sumbangan yang

bermanfaat bagi kelancaran tugas staf medis yang melakukan analisa konsentrasi kreatinin dan urea pada urin.

## **BAB II**

### **TEORI PENUNJANG**

---

#### **2.1. PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dibahas teori penunjang dari peralatan yang direncanakan. Teori penunjang ini akan membahas tentang komponen, rangkaian dan peralatan pendukung dalam peralatan yang dibuat. Pokok bahasan dalam bab ini adalah:

- Teori tentang urine
  - Cairan tubuh
  - Pembentukan Urin oleh ginjal
  - Keadaan urin
- Fotometer
- Hardware :
  - Slot Expansi IBM PC
  - Programmable Periperal Interface (PPI)
  - Analog to Digital Converter (ADC)
  - Operational Amplifier
  - Tranduser
  - Motor stepper

## 2.2 TEORI TENTANG URIN

### 2.2.1 Cairan Tubuh

Jumlah cairan dalam tubuh antara 45 sampai 75% berat badan (lebih muda usia lebih banyak cairan). Jumlah cairan orang dewasa muda  $\pm 60\%$  berat badan.

Pembagian (compartment) cairan didalam tubuh :

- Cairan intracellular :  $\pm 40\%$  BB
- Cairan extracellular :  $\pm 20\%$  BB

Terdiri dari cairan interstitial :  $\pm 15\%$  BB dan cairan intravascular :  $\pm 5\%$  BB).

Keseimbangan pemasukan/pengeluaran cairan tubuh orang sehat :

Masuk : minuman 800 - 1500 ml/hari  
 makanan 475 - 725 ml/hari  
metabolisme 250 ml/hari  
 Jumlah : 1525 - 2475 ml/hari.

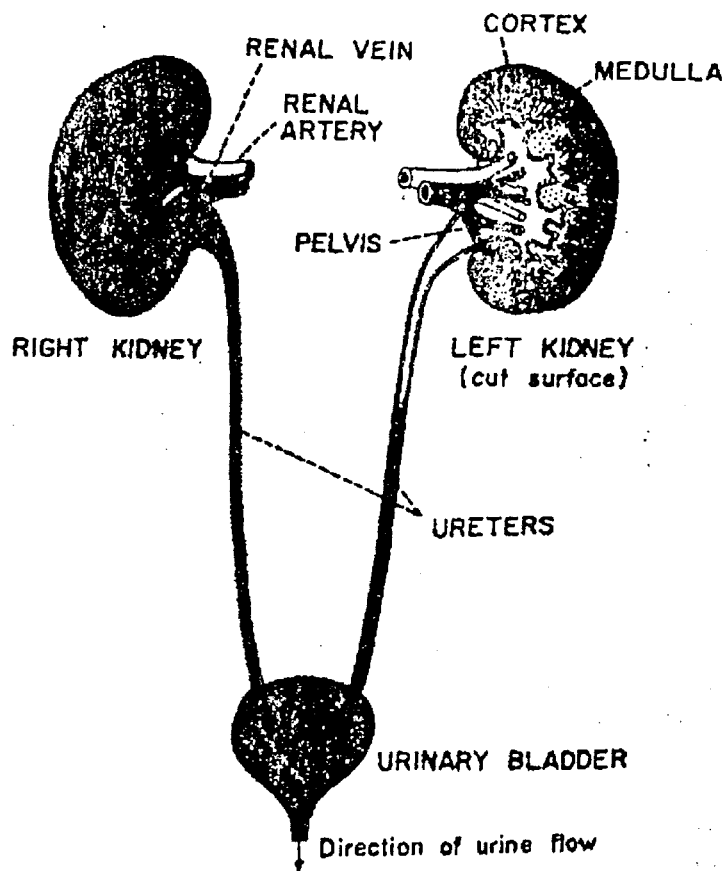
Keluar : urin 800 - 1500 ml/hari  
 faeces 125 ml/hari  
 pernapasan dan keringat  
600 - 820 ml/hari  
 Jumlah : 1525 - 2475 ml/hari.

Pengeluaran cairan melalui pernapasan dan keringat disebut pengeluaran yang *insensible* (sulit untuk diukur dengan pasti), pengeluaran ini sering meningkat pada keadaan-keadaan patologis tertentu.

Satuan untuk bahan-bahan didalam cairan tubuh dinyatakan dalam mMol, mEq (milliequivalent) dan mOsm (milliosmos). mMol =  $1/1000$  Mol = Jumlah berat (dalam mg) dibagi BA (BM).

### 2.2.2 Pembentukan Urin oleh Ginjal

Ginjal melakukan dua fungsi utama: pertama, untuk mengekskresikan sebagian terbesar produk akhir metabolisme tubuh, dan kedua, untuk mengatur konsentrasi kebanyakan unsur cairan tubuh. Gambar 2.1 memperlihatkan secara umum sistem pembentukan urin.



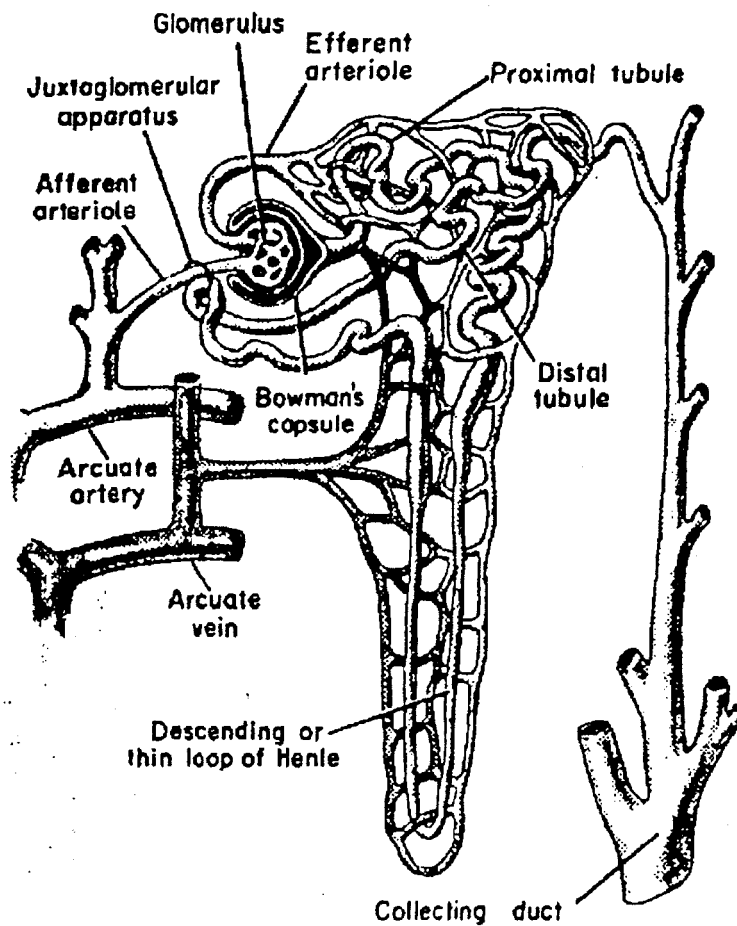
Gambar 2.1

Sisitem Pembentukan Urin

Kedua ginjal bersama-sama mengandung kira-kira 2.400.000 *nefron*, dan tiap nefron dapat membentuk urin sendiri. Pada dasarnya nefron terdiri dari suatu glomerulus dari mana cairan difiltrasikan, dan suatu tubulus panjang dimana cairan yang difiltrasikan tersebut diubah menjadi urin dalam perjalanannya ke pelvis ginjal.

*Glomerulus* adalah kelompok dari cabang-cabang kapiler yang berasal dari *afferent arteriole* (*afferent arteriole* berasal dari cabang-cabang arteri di dalam ginjal yang berasal dari *afferent renalis*). Kapiler-kapiler glomerulus ini kemudian berkumpul lagi menjadi *efferent arteriole*. *Efferent arteriole* kemudian membagi diri lagi dan meneruskan perjalanan melingkari tubulus dan membentuk plexus peritubular yang akhirnya menjadi *venule-venule* dan bergabung dengan cabang-cabang *veba renalis*. Glomerulus terletak di dalam capsula Bowman yaitu pangkal dari tubulus *proximalis* yang membentuk mangkok.

Fungsi dasar nefron adalah untuk membersihkan, atau "menjernihkan" plasma darah dari zat-zat yang tidak dikehendaki ketika ia mengalir melalui ginjal tersebut. Zat-zat yang harus dikeluarkan terutama meliputi produk akhir metabolisme seperti ureum, kreatinin, asam urat, dan garam-garam asam urat. Disamping itu banyak zat lain, ion natrium, ion kalium, ion klorida, dan ion hidrogen cenderung terkumpul di dalam tubuh dalam jumlah berlebihan. Nefron tersebut juga berfungsi untuk membersihkan plasma dari kelebihan ini. Gambar 2.2 memperlihatkan penampang dari nefron.



Gambar 2.2

Nefron

### Mekanisme Pembentukan Urin

Renal Blood Flow (RBF) adalah jumlah darah yang melewati ginjal dalam waktu 1 menit. Pada orang normal RBF = 1200 ml/menit ( $\pm 20\%$  dari Cardiac output). Lebih Dari 90% dari jumlah darah ini digunakan untuk fungsi ekskresi (untuk jaringan yang fungsional).

Renal Plasma Flow (RPF) adalah jumlah plasma yang melewati ginjal dalam waktu 1 menit. Pada orang normal RPF = 600 ml/menit.

Filtrasi terjadi oleh adanya perbedaan tekanan hidrostatik (tek.darah) dan tekanan oncotik (tekanan osmotik plasma) sebesar 40 mmHg, (tekanan hidrostatik 65 mmHg tekanan oncotik 25 mmHg).

Glomerular Filtration Rate (GPR) adalah jumlah filtrat yang terjadidalam 1 menit. Pada orang normal GFR = 120 ml/menit. Filtration Fraction merupakan GPR dibagi RPF, normal = 0,2 (20%). Filtrat yang terjadi dari filtrasi glomeruli ini disebut Glomerular Ultra Filtrat.

Glomerular ultra filtrat mempunyai osmolarity yang sama dengan plasma tanpa protein (protein free plasma) =  $\pm 290$  mOsm/L. Ditubuli Proximalis filtrat mengalami reabsorpsi obligatorik karena tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor extrarenal. Sisa dari filtrat ini menjadi hiperosmotik pada waktu memasuki descending loop of Henle dan konsentrasi ini maksimal pada saat berada di tikungan (1200 mOsm/L). Osmolarity filtrat menurun lagi pada waktu memasuki ascending loop Henle sampai menjadi hiposmotik. Perubahan-perubahan pada osmolarity dari filtrat ini disebabkan perbedaan dari osmolarity dari cairan interstitial di cortex dan medula ginjal (cortex 290 mOsm/L ; medula 1200 mOsm/L).

### **Komposisi dari Urin**

Komposisi dari urin pada orang normal merupakan hasil dari reabsorpsi dan sekresi oleh tubuli terhadap glomerular ultra filtrat yang ditujukan untuk



mempertahankan homeostasis. Bahan-bahan yang diperlukan oleh tubuh direabsorpsi secara efisien (high threshold substances). Bahan-bahan yang tidak diperlukan hampir tidak direabsorpsi (low threshold substances). Disamping ini ada bahan-bahan yang diabsorpsi sempurna bila kadarnya dalam plasma normal tetapi tampak di urin bila kadar dalam plasma meningkat (threshold substances).

### **2.2.3 Keadaan Urin**

Jumlah, warna, kekeruhan, bau maupun berat jenis urin untuk masing-masing individu berbeda-beda tergantung dari kondisi individu pada saat pengambilan contoh urin untuk pemeriksaan. Tentang jumlah, warna, kekeruhan, bau dan berat jenis urin, dapat diterangkan sebagai berikut:

#### **Jumlah (volume)**

Pada orang dewasa normal produksi urin kira-kira 1500 ml/24 jam. Jumlah ini sangat variabel tergantung pada luas tubuh, pemakaian cairan, kelembaban udara\penguapan.

Pada keadaan tidak normal, ada beberapa kemungkinan yaitu:

- Jumlah urin meningkat (polyuria) terjadi pada penderita diabetes melitus, diabetes insipidus, nephritis chronica, beberapa penyakit syaraf dan lain-lain.
- Jumlah urin berkurang (oliguria) didapatkan pada beberapa penyakit ginjal yang akut, keadaan dehidrasi dan lain-lain.
- Tidak ada produksi urin (anuria) dapat terjadi pada keadaan dimana

tekanan darah kurang dari 70 mmHg, keracunan sublimat.

### **Warna**

Warna urin yang normal adalah kuning muda, perubahan-perubahan warna pada urin dapat terjadi karena faktor-faktor non-pathologis dan pathologis. Perubahan-perubahan non-pathologis disebabkan karena bahan-bahan atau obat-obatan yang dimakan, misalnya:

- urin berubah menjadi merah karena pengaruh obat-obatan yang mengandung phenol phthalein protosil, mercurochrom dan lain-lain.
- warna kuning disebabkan carotene, santonin, atebrin, ribeflavin, pyridium.
- warna hijau karena acriflavin.
- biru/hijau karena methylen biru, tembaga sulfat.

Perubahan- perubahan yang pathologis antara lain:

- kuning coklat (seperti teh), karena kadar bilirubin dalam urin melebihi normal.
- merah coklat, disebabkan oleh urobilin.
- merah denga kabut coklat, karena adanya darah dan pigmen-pigmen darah.

### **Buih**

Bila urin kita kocok umumnya terjadi buih yang berwarna putih. Buih yang berwarna kuning biasanya disebabkan karena pigmen empedu (bilirubin).

### **Kekeruhan**

Urin normal dan baru biasanya jernih, kekeruhan dapat disebabkan karena:

- fosfat amorph, warnanya putih, hilang bila diberi asam urat amorph (kuning coklat) terdapat pada urin yang asam dan menghilang bila dipanaskan.
- darah, merah sampai coklat.
- nanah, seperti susu, tetapi menjadi jernih setelah disaring.
- kuman-kuman, biasanya tetap keruh setelah disaring.

### **Bau**

Bila masih baru biasanya baunya tidak keras, disebabkan oleh asam-asam yang mudah menguap. Dapat dipengaruhi oleh makanan. Setelah didiamkan agak lama berbau amoniak oleh karena pemecahan ureum. Aceton memberikan bau manis. Kuman-kuman menyebabkan bau busuk.

### **Berat jenis**

Untuk urin normal berat jenisnya kira-kira 1,020 (batas: 1,003 -1,030). Berat jenis urin rendah terjadi apabila banyak minum, udara dingin, diabetes insipidus (lebih rendah dari 1,005). Berat jenis tinggi terjadi karena dehidrasi, diabetes melitus dan lain-lain.

Ada beberapa cara untuk mengadakan test urin, salah satunya adalah dengan menggunakan multi-stick atau analisa urin dengan menggunakan test-strip. Dengan cara ini sekaligus didapatkan beberapa kadar zat dalam urine. Cara ini lebih cepat tetapi hasilnya kurang teliti.

Cara yang lebih teliti adalah dengan test masing-masing zat yang ada pada urin. Caranya adalah dengan melakukan perlakuan-perlakuan khusus pada urin

sesuai dengan zat yang akan ditest. Cara ini memberikan hasil yang lebih teliti tetapi memerlukan waktu yang lama, karena ada beberapa zat yang harus diperiksa dan masing-masing zat tersebut memerlukan perlakuan-perlakuan yang berbeda-beda. Hasil test akan digunakan untuk melakukan pemeriksaan lebih lanjut keadaan pasien.

Untuk pemeriksaan, urin lebih pagi karena:

- lebih kental
- mengandung lebih banyak larutan
- belum mengalami perubahan karena pekerjaan kuman-kuman

Urin yang sangat encer dapat menyebabkan perubahan morfologis dan bahkan dapat merusakkan bahan-bahan berbentuk (formed element), disamping itu kelainan yang kecil mungkin tak dapat dilihat.

Pemeriksaan harus dapat dilakukan secepat mungkin, urin tidak boleh ditahan lebih dari 3 jam tanpa diberi bahan pengawet, karena susunannya akan berubah.

Dalam pengambilan data pengujian alat ini konsentrasi yang diukur adalah sebagai berikut:

### **Kreatinin**

Suatu senyawa nitrogen yang dihasilkan di dalam otot dari kreatina atau asam metilguanina, glisina dan metionina. Pembebasan air dari kreatina akan menghasilkan kreatinin, sehingga kreatinin dinamakan juga kreatina anhibrida.

Jumlah kreatinin yang dikeluarkan melalui urin setiap saat berubah. Akan tetapi, dalam urin selama 24 jam, jumlahnya dapat diketahui tetap. Dengan demikian penetapan urin dalam kreatinin dapat digunakan untuk menilai apakah urin tersebut berasal dari urin yang dikumpulkan 24 jam atau tidak.

Bila jumlah kreatinin (dalam miligram) akan diperoleh "koefisien kreatinin". Pada keadaan normal, koefisien kreatinin pada laki-laki dewasa sekitar 20-26, sedangkan pada wanita dewasa sekitar 14-22.

Prosedur dan kalkulasi pemakaian kit reagen sebagai berikut :

Panjang Gelombang : Hg 546 nm (500-550).

Spektrofotometer : 520 nm.

Kuvet : diameter dalam 1 cm.

Suhu Inkubasi : 25°C (thermostat)

Pengukuran terhadap blanko.

Untuk tiap seri pemeriksaan cukup dengan 1 standard dan 1 blanko.

Pipet ke dalam tabung reaksi			
	blanko	standard	sampel urin(+49)
aquadest.	0.5 ml	-	-
larutan 1	-	0.5 ml	-
asam trikorasetat	0.5 ml	0.5 ml	0.5 ml
urin (1+49)	-	-	0.5 ml
larutan 4	1.0 ml	1.0 ml	1.0 ml
Campur, diamkan selama 20 menit pada 25°C. Ekstinksi sampel ( $E_{\text{sampel}}$ ) dan ekstinksi standard ( $E_{\text{standard}}$ ) diukur terhadap blanko.			

Konsentrasi kreatinin (c) dalam urin :

$$c = 100 \times \frac{E_{\text{standard}}}{E_{\text{sampel}}} \text{---(mg/100 ml)}$$

### Urea

Seorang dengan aktivitas sedang memakan sekitar 300 g karbohidrat, 100 g lemak, dan 100 g protein setiap hari, harus mengekskresi sekitar 16,5 g nitrogen setiap hari. Sembilan puluh lima persen dibuang oleh ginjal dan sisanya 5% dalam feses. Jalan utama ekskresi nitrogen pada manusia adalah sebagai urea, yang disintesis didalam hati, dilepas ke dalam darah, dan ditarik (cleared) oleh ginjal. Pada manusia diet ala Barat, urea merupakan 80 - 90% dari nitrogen yang diekskresi.

Prosedur dan kalkulasi penggunaan kit reagen sebagai berikut:

Panjang gelombang : Hg 578 nm.

Spektrofotometer : 600 nm (580 - 620).

Kuvet : diameter dalam 1 cm.

Suhu inkubasi : 20 - 25°C atau 37°C.

Pengukuran terhadap blanko regensia.

Untuk setiap seri pemeriksaan cukup dengan satu blanko dan standard.

Pipet ke dalam dasar tabung reaksi			
	Blanko	Standard	Sampel
Urin yg diencerkan	-	-	0.02 ml
Larutan 3	-	0.02 ml	-
Larutan 1	2.50 ml	2.50 ml	2.50 ml
Campur dan inkubasi selama 5 menit (maksimum 30 menit) pada 20° - 25°C atau selama 3 menit pada 37°C.			
Larutan 2	2.50 ml	2.50 ml	2.50 ml
Campur dan inkubasi minimal 10 menit pada 20 - 25°C atau 5 menit pada 37°C. Baca ekstinsi sampel ( $E_{\text{sample}}$ ) dan standard ( $E_{\text{standard}}$ ) terhadap blanko reagensia			

Konsentrasi Urea di dalam Sampel :

$$c = 3 \times \frac{E_{\text{sampel}}}{E_{\text{standard}}} \text{ g/100 ml}$$

## 2.3 FOTOMETER

Para kimiawan telah lama menggunakan warna sebagai bantuan dalam mengenali zat-zat kimia. Spektrofotometer dapat dianggap sebagai perluasan suatu pemeriksaan secara visual, yang dengan studi lebih mendalam dari absorpsi energi radiasi oleh macam-macam zat kimia, memperkenankan dilakukannya pengukuran ciri-ciri serta kuantitatifnya dengan ketelitian yang lebih besar. Dengan menggantikan manusia dengan fotodetektor dimungkinkan studi dari absorpsi di luar spektrum tampak dapat dilakukan, dan sering sekali percobaan-percobaan spektrofotometris

dapat dilakukan secara otomatis. Dalam penggunaan masa sekarang, istilah spektrofotometris mengingatkan pengukuran berapa jauh energi radiasi diserap oleh suatu sistem sebagai fungsi panjang gelombang dari radiasi maupun pengukuran absorpsi terisolasi pada panjang gelombang tertentu.

### 2.3.1 Alat Ukur Secara Fotometris

Spektrofotometer adalah alat untuk mengukur transmitans atau absorbans suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Pengukuran terhadap suatu deretan sampel pada suatu panjang gelombang tunggal memungkinkan dapat dilakukan. Alat-alat demikian dapat dikelompokkan baik secara manual atau perekam, maupun sinar-tunggal atau sinar-rangkap.

#### *Spektrofotometer Sinar-Tunggal*

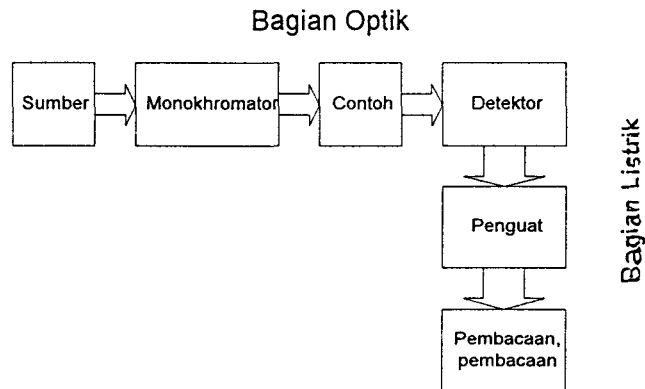
Unsur-unsur yang terpenting dari spektrofotometer seperti yang ditunjukkan secara skematik dalam gambar 2.3 adalah yang berikut :

1. Sumber energi yang kontinu dan meliputi daerah spektrum, di mana alat ditujukan untuk dijalankan.
2. Monokromator, suatu alat untuk mengisolasi suatu berkas sempit dari panjang gelombang-panjang gelombang dari spektrum luas yang disiarkan oleh sumber.
3. Wadah untuk sampel.
4. Detektor yang merupakan suatu transducer yang mengubah energi radiasi menjadi isyarat listrik.
5. Penguat dan rangkaian yang bersangkutan yang membuat isyarat listrik yang



cocok untuk diamati.

6. Sistem pembacaan yang dapat mempertunjukkan besarnya isyarat listrik.



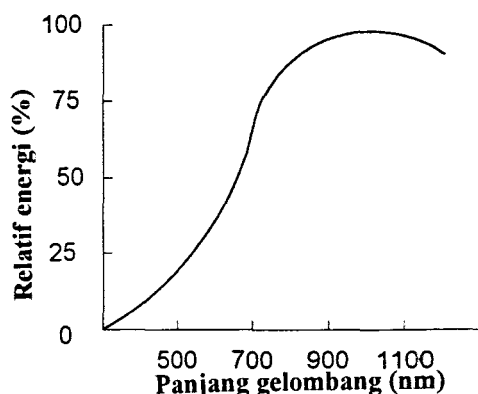
**Gambar 2.3**

Blok-diagram Spektrofotometer Sinar-tunggal

### Sumber

Suatu energi radiasi yang biasa bagi daerah tampak dari spektrum maupun inframerah-dekat dan ultraungu-dekat adalah satu lampu pijar dengan filamen wolfram. Pada kondisi operasi biasa, hasil lampu wolfram ini memadai dari kira-kira 323 atau 350 nm hingga kira-kira 3 mm. Energi yang dipancarkan oleh filamen yang dipanaskan sangat berubah-ubah dengan panjang gelombang seperti ditunjukkan dalam gambar 2.4. Distribusi energi merupakan fungsi suhu filamen, yang pada gilirannya tergantung pada voltase yang disediakan untuk lampu; peningkatan suhu operasi meningkatkan hasil energi total dan menggeser puncak gambar 2.4 kepanjang gelombang yang lebih pendek. Maka voltase ke lampu

harus tegangan yang stabil.



Gambar 2.4<sup>1</sup>

Hasil relatif energi suatu lampu pijar dengan filamen wolfram  
sebagai fungsi panjang gelombang

### Monokhromator

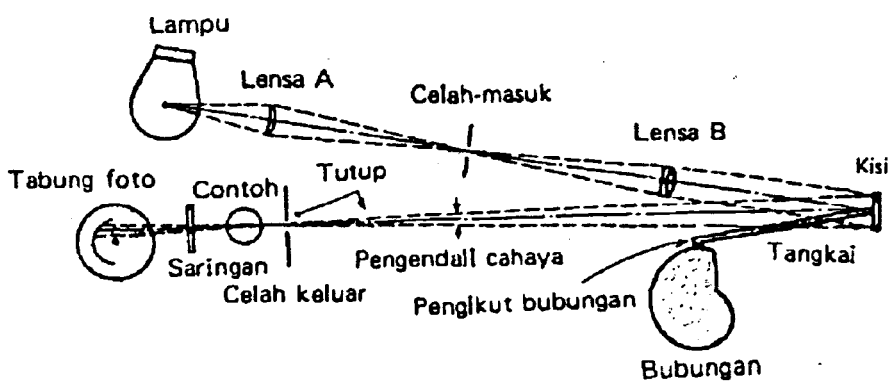
Ini merupakan peralatan optika untuk mengisolasi dari sumber kontinu suatu berkas radiasi dengan kemurnian spektral yang tinggi dari panjang gelombang apapun. Unsur-unsur terpenting dari sebuah monokhromator adalah sistem celah dan unsur dispersif. Radiasi dari sumber difokuskan ke celah masuk, kemudian dikumpulkan oleh sebuah lensa atau cermin sehingga sinar paralel jatuh pada unsur dispersi, yang merupakan suatu prisma atau suatu kisi difraksi. Dengan pemutaran secara mekanik prisma atau kisi, bermacam-macam bagian spektrum yang dihasilkan oleh unsur dispersif difokuskan ke celah keluar kemudian menembus sampel. Kemurnian spektral dari radiasi yang keluar dari

<sup>1</sup> Day R.A., Jr.; Underwood A.L, Quantitative Analysis, 4th Edition, Prentice-Hall Inc, 1980, hal. 399.

monokhromator tergantung daya dispersif prisma atau kisi dan lebar celah keluar.

Dengan monokromator prisma, suatu lebar celah tertentu tidak menghasilkan derajat monokhromatisitas yang sama pada seluruh spektrum. Ketergantungan dispersi suatu prisma terhadap panjang gelombang adalah sedemikian rupa hingga panjang gelombang pada spektrum tidak tersebar secara uniform. Dispersinya lebih besar untuk gelombang yang lebih pendek, dan karenanya celah lebih lebar di sini dapat mencapai derajat kemurnian spektral yang sama seperti yang akan dicapai dengan celah yang lebih sempit pada panjang gelombang yang lebih panjang.

Kisi berbeda dari prisma dalam memberikan suatu dispersi yang merata pada seluruh spektrum; dengan perkataan lain, lebar suatu celah tunggal menghasilkan derajat monokhromatisitas yang sama dari radiasi yang keluar dalam seluruh spektrum. Gambar 2.5 menunjukkan jalan optik pada alat dengan kisi yang digunakan secara luas.



Gambar 2.5

Diagram Sistem Optik dari Spektrofotometer

### Wadah Sampel

Kebanyakan spektrofotometer melibatkan larutan, dan dengan demikian dengan demikian kebanyakan wadah sampel merupakan sel untuk menempatkan cairan di dalam sinar dari spektrofotometer. Sel harus memancarkan energi radiasi dalam daerah spektral yang penting, maka sel gelas digunakan dalam daerah tampak, kuarsa atau gelas berkadar silikat yang istimewa tinggi dan garam batuan dalam inframerah

### Detektor

Dalam detektor untuk suatu spektrofotometer diharapkan kepekaan yang tinggi di dalam daerah spektral yang penting, tanggapan linier untuk daya radiasi, waktu tanggap yang cepat, dapat dipengaruhi oleh amplifikasi, dan tingkat stabilitas tinggi atau tingkat derau rendah, meskipun dalam peraktek adalah perlu untuk diperoleh kompromi di antara faktor-faktor ini. Pada umumnya detektor fotoelektrik dipergunakan dalam daerah tampak dan ultraungu dan detektor yang berdasarkan efek termal digunakan dalam inframerah. Detektor fotoelektrik yang paling umum adalah *tabung foto* dan untuk detektor inframerah biasanya adalah *termokopel*.

### Penguatan dan Pembacaan

Kedua bagian ini adalah rangkaian elektronika yang dapat menguatkan arus yang diterima detektor kemudian menampilkannya untuk pembacaannya.

### 2.3.2 Prinsip Kerja Fotometer

Pengukuran secara fotometris banyak digunakan pada serum dan urin karena ketelitian jangkah pengukurannya. Secara umum prinsip kerja alat ini adalah:

" Sumber cahaya yang telah menjadi berkas monokromatik mengenai sel-sel mikroorganisme di dalam sampel akan dihamburkan, sedangkan cahaya yang lolos (diteruskan) setelah melewati sampel akan mengaktifasi fotodioda yang pada gilirannya akan mencatat *persen transmitans* (%T). Makin sedikit jumlah sel di dalam suspensi, makin besar intensitas cahaya yang lolos, dan makin tinggi pula persen transmitans yang tercatat."

Adapaun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengukuran secara fotometris adalah :

#### **Pelarutan Reagensia**

Untuk pelarutan dan pengenceran larutan dianjurkan untuk menggunakan aquadest dari bahan gelas. Untuk dapat menghindari pembentukan busa dan gelembung udara, pelarutan dengan cara membolak-balikkan isi dari botol secara hati-hati. Pembusaan dan gelembung udara dapat mengakibatkan kesalahan pipetasi dan pengukuran.

#### **Penyimpanan dan Stabilitas Reagensia**

Ketentuan-ketentuan tentang suhu penyimpanan yang tertera pada kemasan dan pedoman kerja harus diperhatikan. Stabilitas dari larutan tertera pada pedoman kerja, tanggal kadaluarsa tidak boleh dilampaui.

**Kuvet**

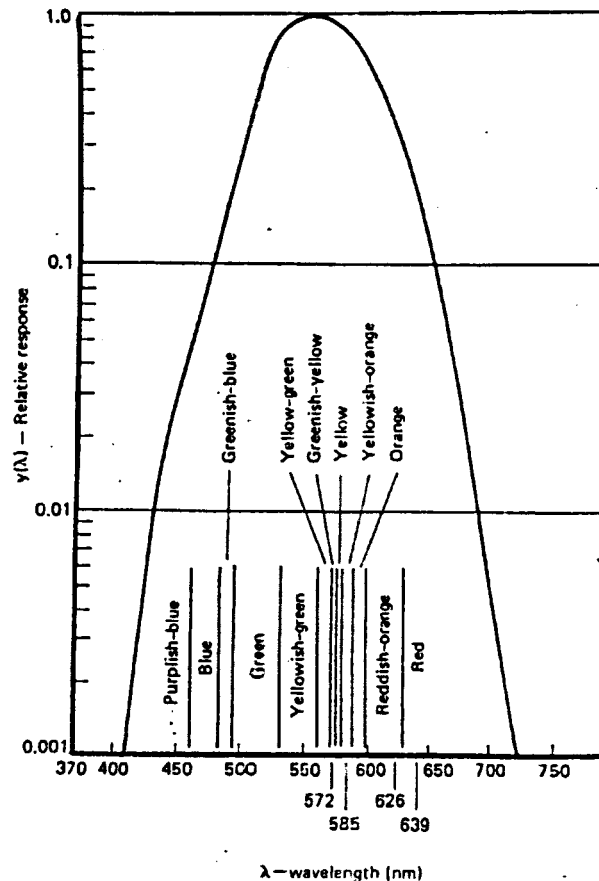
Dinding kuvet yang ditembus oleh sinar tidak boleh dipegang karena jejak jari dapat mengakibatkan perubahan yang besar dari ekstinksi. Sebelum pengukuran ada baiknya apabila dinding luar dari kuvet dibersihkan dengan kulit pembersih khusus.

**Peralatan dari Gelas**

Pipet, kuvet dan semua peralatan dari gelas harus sangat bersih. Peralatan tersebut dapat dibersihkan dengan detergen khusus untuk laboratorium. Setelah dicuci dengan detergen semua peralatan harus dibilas beberapa kali dengan air PAM dan terakhir dengan aqua dest sehingga benar-benar bersih dari detergen, kemudian dikeringkan didalam inkubator pada suhu maksimum 120°C.

**2.3.3 Spektrum Cahaya**

Sumber cahaya memancarkan berkas cahaya putih melalui celah masuk dan cermin cekung ke suatu kisi defraksi yang pada gilirannya menyebarkan cahaya menjadi berkas-berkas horizontal dengan semua warna spektrum, dari warna ungu dan ultra ungu (gelombang-gelombang cahaya pendek) sampai pada merah dan infra merah (gelombang-gelombang cahaya panjang). Gambar 2.6 memperlihatkan karakteristik spektrum cahaya tampak. Gelombang cahaya jatuh pada layar gelap yang dilengkapi dengan celah keluar. Hanya bagian spektrum yang kebetulan jatuh pada celah tersebut menjadi berkas monokromatik. Panjang gelombang mana yang akan masuk melalui celah tersebut dapat diatur dengan menyesuaikan arah kisi .

Gambar 2.6<sup>3</sup>

Karakteristik Spektrum Cahaya Tampak

### Kisi Defraksi

Spektrophotometer yang mana digunakan untuk pengukuran pancaran dan serapan cahaya (transmitan dan absorban) seperti sebuah sampel yang menembusnya, umumnya digunakan kisi defraksi untuk memecah sumber cahaya ke dalam masing-masing warna, sebagaimana didefinisikan menjadi frekuensi dan panjang gelombang.

<sup>3</sup> ibid, hal.403.

Sebuah kisi defraksi terdiri dari celah-celah pada sebuah lempeng yang tidak tembus cahaya, seperti terlihat pada gambar 2.7. Masing masing celah berjarak  $s$  meter. Untuk masing-masing warna mempunyai sudut tertentu,  $\theta$ , yang berpengaruh kepada letak dari kisi defraksi.

Untuk mencari sudut  $\theta$  secara langsung dapat dicari dari persamaan,

$$\sin \theta = \frac{nK}{s} \quad 4)$$

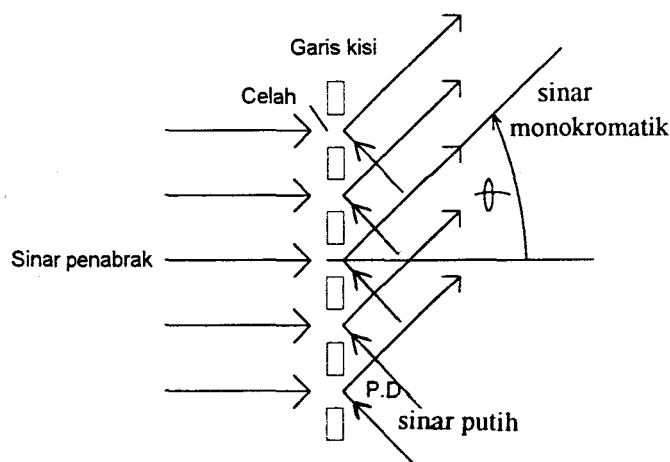
dimana

$n$  = integer (1, 2, 3, ... dst), spektrum ke- $n$

$K$  = panjang gelombang (nm)

$\theta$  = sudut kisi ( $^\circ$ )

$s$  = banyak garis persentimeter (nm)



Gambar 2.7<sup>5</sup>

Kisi Defraksi. Memperlihatkan tambrakan dari sinar putih dan sinar dari cahaya monokromatik yang ditimbulkan

<sup>4</sup> Greenberg, Leonard H., Physics With Modern Applications, W.B. Saunders Company, USA, 1978, hal.347.  
<sup>5</sup> ibid, hal.348.



## **2.4 HARDWARE**

### **2.4.1 Arsitektur Komputer IBM PC**

Komputer IBM PC menggunakan mikroprosessor sesuai dengan komputer yang digunakan sebagai Central Processing Unit (CPU).

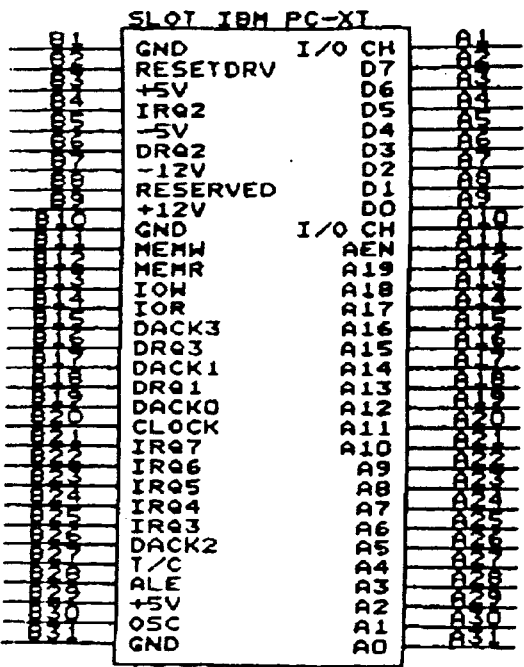
Sebuah sistem mikrokomputer IBM PC memiliki 4 bagian fungsional yang pokok. Tiap-tiap bagian bagian tersebut dihubungkan lewat jalur-jalurpenghubung yang dikenal dengan nama bus. Keempat bagian fungsional tersebut adalah :

- Central Processing Unit (CPU)
- Memory Unit
- Input Unit
- Output Unit

Sistem mikrokomputer IBM PC tersusun atas mikroprosessor, Read Only Memory (ROM), Random Access Memory (RAM), Power Supply, satu buah speaker kecil untuk aplikasi audio dan 8 buah slot ekspansi untuk pengembangan lebih lanjut.

### **2.4.2 Slot Ekspansi IBM PC**

Untuk mengantarmukakan peralatan luar ke komputer dilakukan melalui I/O Connector dalam IBM PC atau disebut juga slot ekspansi. Disinilah peralatan luar nanti dihubungkan dengan komputer. Masing-masing slot tersebut mempunyai 62 pin pada PC-XT dan ditambah 36 pin lagi untuk PC-AT. Gambar 2.8 menunjukkan I/O Connector dalam IBM PC.



Gambar 2.8

Pinout I/O Connector dalam IBM PC

Fungsi pin-pin pada slot ekspansi ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

OSC (Oscillator)

Pin ini merupakan pin output yang mengeluarkan sinyal dengan frekuensi 14,31818 MHz dan siklus kerjanya 50%. Semua sinyal timing berasal dari sinyal ini.

CLK (Clock)

Sinyal ini berasal dari sinyal OSC yang telah diterangkan di atas. Sinyal ini diperoleh dari pembagian dengan faktor 3, sehingga menghasilkan frekuensi 4,77 MHz. Siklus kerja sinyal ini adalah 33,3 % dan periodenya 210 nanodetik, sehingga waktu high 70 nanodetik dan waktu low 140 nanodetik.

### **RESET DRV (reset driver)**

Sinyal ini juga merupakan sinyal output. Pin ini menjadi berlogika tinggi selama sistem dinyalakan, dan low saat sistem di-reset.

### **A0 sampai A19**

Pin-pin ini merupakan pin-pin address A0 sampai A19 yang digunakan untuk meng-akses memory pada sistem bus dan I/O. A0 adalah Least Significant Bit (LSB) dan A19 adalah Most Significant Bit (MSB). Dengan intruksi In dan Out, prosessor dapat meng-akses 64 kilobyte address I/O port. Rang ini dibawa oleh jalur A0 sampai A15, sedangkan A16 sampai A19 tidak digunakan dan non aktif selama siklus I/O. Namun pada aplikasi PC, hanya address A0 sampai A9 saja yang digunakan untuk meng-address I/O port. Selain itu hanya address I/O port hex 02000 sampai hex 03FF saja yang valid pada sistem bus.

### **D0 sampai D7**

Kedelapan jalur ini merupakan jalur data dwi arah dan digunakan untuk mengkomunikasikan data antara mikroprosessor, memory dan I/O, serta port-port I/O. D0 adalah LSB dan D7 adalah MSB.

### **ALE (Address Latch Enable)**

Sinyal ini merupakan sinyal output yang dikemudikan dari IC bus controller. Sinyal ini digunakan untuk mengindikasikan bahwa address bus sedang valid selama suatu siklus bus. Pin ini berlogika tinggi selama address bus valid. Sinyal ini digunakan untuk meng-latch address dari mikroprosessor, karena dalam arsitekturnya ada pin-pin address yang di-multipleks dengan sinyal-sinyal lain.

Pin ALE ini merupakan pin yang berguna untuk melihat siklus-siklus yang dilakukan oleh mikroprosessor, karena sinyal ALE merupakan awal dari setiap siklus bus. Selama siklus DMA, sinyal ALE menjadi non-aktif.

**I/O CH CK (I/O Channel Check)**

Pin ini merupakan pin input yang aktif low dan digunakan dan digunakan untuk mendeteksi adanya kesalahan pada interface yang dipasang pada I/O.

**I/O CH RDY (I/O Channel Ready)**

Pin ini merupakan pin input yang digunakan untuk memperpanjang siklus bus, agar memori atau I/O port yang relatif lambat dari siklus bus, memori atau I/O port tersebut saat membuat pin I/O CH RDY menjadi rendah saat decoding address dilakukan dan menerima sinyal -MEMR, -MEMW, -IOR atau -IOW.

**IRQ2 sampai IRQ7 (Interrupt Request 2 sampai 7)**

Keenam pin ini dapat digunakan untuk menghasilkan interrupt request pada mikroprosessor dari sistem bus.

Sinyal-sinyal ini dihubungkan langsung dengan PIC pada sistem board. Program BIOS pada ROM menginisialisasi PIC agar IRQ2 mempunyai proiritas tertinggi dan IRQ7 menjadi yang terendah.

**IOR (I/O Read)**

Pin ini merupakan pin output yang dikemudikan dari PIC bus controller. Sinyal ini digunakan untuk mengindikasikan I/O port bahwa mikroprosessor menginisialisasi siklus baca I/O port, dan address yang ada pada address bus adalah address I/O port. Sinyal ini adalah sinyal yang aktif low, dan I/O port harus

menempatkan datanya sekitar 30 nanodetik sebelum rising edge dari IOR, agar prosessor memperoleh data yang valid.

### **IOW (I/O Write)**

Pin ini merupakan pin output yang aktif low. Pin ini dikemudikandari IC bus controller selama siklus bus dari mikroprosessor, dan mengindikasikan bahwa address pada address bus merupakan address I/O port dan data bus mengandung data yang akan ditulis ke I/O port.

### **MEMW (Memory Write)**

Pin ini merupakan pin output yang aktif low, berguna untuk menulis data dari sistem bus ke memori. Pin ini dikemudikan dari IC bus controller selama siklus bus dari mikroprosessor, dan mengindikasikan bahwa bus address memuat address memori ke mana data pada data bus akan dituliskan.

### **MEMR (Memory Read)**

Pin ini merupakan pin output yang aktif low, berguna untuk membaca data dari memori ke sistem bus. Pin ini kemudian dari IC bus controller selama siklus bus dari mikroprosessor, dan mengindikasikan bahwa bus address memuat address valid dari memori yang akan dibaca isinya.

### **DRQ1 sampai DRQ3 (DMA Request 1 sampai 3)**

Ketika pin ini merupakan pin input yang aktif high dan digunakan oleh interface untuk meminta siklus DMA. ROM BIOS dari PC menginisialisasi DMA controller sehingga DRQ1 mempunyai prioritas yang lebih tertinggi dan DRQ3 mempunyai prioritas terendah. DRQ0 sebenarnya mempunyai prioritas tertinggi,

tetapi ini tidak tersedia pada sistem bus. DRQ0 digunakan prosessor untuk melakukan penyegaran RAM dinamis.

#### **DAK0 sampai DACK3 (DMA Acknowledge 0 sampai 3)**

Keempat pin ini merupakan pin output yang aktif low yang dihasilkan oleh DMA controller untuk mengindikasikan bahwa sinyal DRQ yang bersesuaian telah diterima dan DMA controller akan mengambil alih bus dan melanjutkan siklus DMA. Perlu dicatat bahwa tidak terdapat DRQ0 pada sistem bus (yang bersesuaian dengan DACK0).

DAK0 dikirimkan hanya untuk mengindikasikan bahwa siklus DMA yang ada adalah siklus dummy-read yang digunakan untuk menyegarkan memory-dinamis pada sistem. Selama siklus dummy-read ini, address bus mengandung address RAM yang valid. DACK0 ini muncul setiap 72 siklus clock atau 15,12 mikrodetik.

#### **AEN (Address Enable)**

Pin ini merupakan pin output yang aktif high yang dihasilkan oleh DMA controller yang menunjukkan bahwa siklus DMA sedang dilakukan. Sinyal ini memutuskan hubungan bus lokal mikroprosessor terhadap sistem bus, serta menghubungkan sistem bus ke DMA controller.

Pada sistem bus, sinyal ini berguna untuk memutuskan hubungan address I/O port selama terjadi siklus DMA ini address memori tidak di-decode oleh decoder pada I/O port. Bila ini tidak dilakukan, maka mungkin terjadi kekacauan address, karena pada saat yang sama IOW dan IOR mungkin aktif (low) dan

address memori ada pada bus address.

### *TC (Terminal Counter)*

Pin ini merupakan pin output yang aktif high yang dihasilkan oleh DMA controller. Sinyal ini mengindikasikan bahwa DMA channel telah mencapai jumlah siklus transfer seperti yang diprogramkan. Sinyal ini umumnya digunakan untuk menghentikan suatu transfer data blok DMA. Sinyal Tc muncul setiap 990,804 milidetik yang merupakan waktu untuk siklus penyegaran 65.536 address memori yang pertama.

### *+5 V DC (+5 Volt Direct Current)*

Tegangan 5 V DC tersedia pada dua pin. Tegangan ini berada dalam batas-batas 4,75 V dan 5,25 V (5 volt +/- 5%).

### *+12 V DC (+12 Volt Direct Current)*

Tegangan 12 V DC tersedia pada satu pin. Tegangan ini berada dalam batas-batas 11,4 V dan 12,6 V (12 volt +/- 5%).

### *-5 V DC (-5 Volt Direct Current)*

Tegangan -5 V DC tersedia pada satu pin. Tegangan ini berada dalam batas-batas -4,75 V dan -5,5 V (-5 volt +/- 10%).

### *-12 V DC (-12 Volt Direct Current)*

Tegangan -12 ini tersedia pada satu pin. Tegangan ini berada dalam batas-batas -10,8 dan 13,2 V (-12 volt +/- 10%).

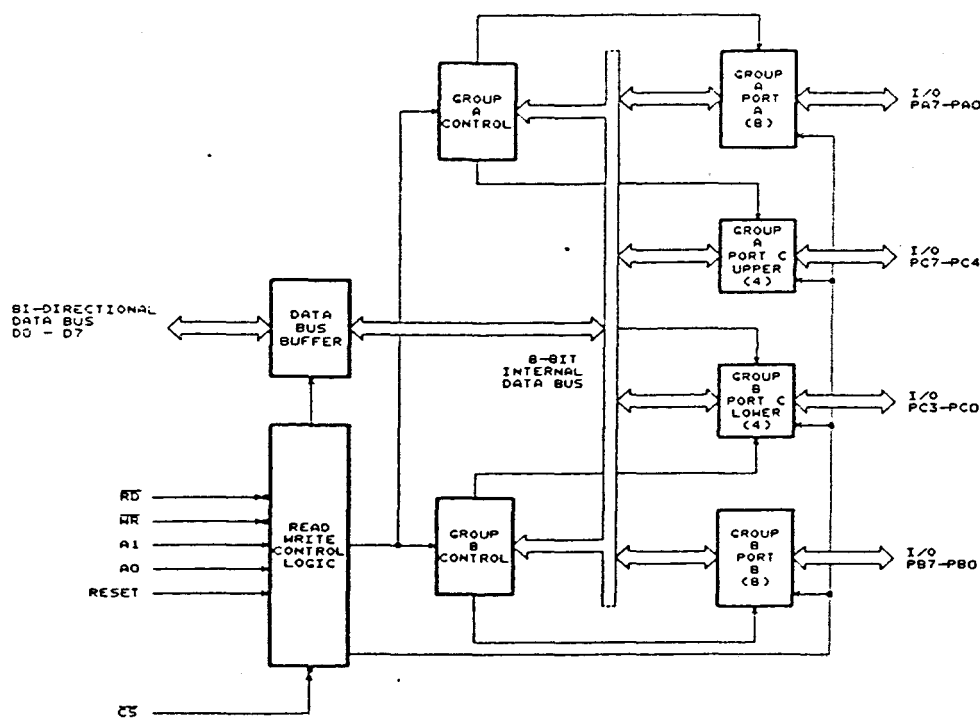
### *GND (Ground)*

Ground sistem DC dan ground frame tersedia pada tiga pin. Jalur ini

merupakan jalur ground dari semua peralatan yang ada pada sistem.

2.4.3 Programmable Peripheral Interface 8255

8255A adalah *Programmable Peripheral Interface Device* yang berfungsi sebagai komponen yang mengantarmukakan peralatan pheriperal ke bus sistem mikrokomputer. Gambar 2.9 adalah blok diagram 8255A yang menunjukkan buffer bus data dan fungsi-fungsi logika kontrol Read/Write.



Gambar 2.9

Buffer Bus Data dan Fungsi-Fungsi Logika PPI 8255



### 2.4.3.1 Diskripsi Fungsional Intel 8255A

#### Buffre Bus Data

Untuk mengantarmukakan 8255A ke sistem data bus dipergunakan buffer 3-state dwiarah 8-bit. Data ditransmisikan atau diterima oleh buffer berdasarkan eksekusi input atau output oleh CPU. Control Word dan informasi status juga ditransfer melalui buffer bus data.

#### Read/Write dan Control Logic

Fungsi blok ini untuk mengatur seluruh transfer internal dfaneksternal baik Data maupun Control atau Status Word. Blok ini menerima input-input dari bus address dan bus kontrol CPU, dan sebaliknya mengeluarkan instruksi-instruksi ke kedua Group kontrol tersebut.

#### (CS)Chip Select

"Low" pada pin input ini akan meng-enable komunikasi antara 8255A dan CPU.

#### (RD)Read

"Low" pada pin input ini akan meng-enable 8255A untuk mengirim data atau informasi status ke CPU pada bus data atau dengan kata lain CPU membaca 8255A.

#### (WR)Write

"Low" pada pin input ini akan meng-enable CPU untuk menulis data atau control word ke 8255A.

**(A0 dan A1) Port Select 0 dan Port Select 1**

Sinyal-sinyal input ini, dalam hubungannya dengan input-input RD dan WR, mengontrol pemilihan satu dari tiga port atau register control word. Secara normal pin-pin ini dihubungkan ke least significant bit dari address bus (A0 dan A1).

**(RESET)**

"High" pada input ini menghapus register kontrol dan semua port (A, B, C) di-set mode input.

**Tabel 2.1**

Operasi Dasar 8255A

A1	A0	RD	WR	CS	INPUT OPERATIONAL (READ)
0	0	0	381	0	PORT A => DATA BUS
0	1	0	1	0	PORT B => DATA BUS
1	0	0	1	0	PORT C => DATA BUS
					OUTPUT OPERATIONAL (WRITE)
0	0	1	0	0	DATA BUS => PORT A
0	1	1	0	0	DATA BUS => PORT B
1	0	1	0	0	DATA BUS => PORT C
1	1	1	0	0	DATA BUS => CONTROL
					DISABLE FUNCTION
X	X	X	X	1	DATA BUS => 3-STATE
1	1	0	1	0	ILLEGAL CONDITION
X	X	1	1	0	DATA BUS => 3-STATE

### **PORT A, B, C dan CONTROL WORD**

8255A berisi 3 port 8-bit (A, B, C). Semuanya dapat dikonfirmasi dalam variasi karakteristik yang luas oleh sistem software.

Kontrol port-port 8255A dibagi menjadi dua group :

Control Group A-Port A dan Port C upper (C7-C4)

Control Group B-Port B dan Port C lower (C3-C0)

#### **Port A**

Terdiri dari latch/buffer data output 8-bit dan satu latch data input 8-bit.

#### **Port B**

Terdiri dari latch/buffer data input/output 8-bit dan satu buffer data input 8-bit.

#### **Port C**

Terdiri dari latch/buffer data output 8-bit dan satu buffer data input 8-bit (tampa latch untuk input). Port ini dapat dibagi menjadi dua buah port 4-bit melalui mode control. Masing-masing port 4-bit ini berisi sebuah latch 4-bit dan dapat dipergunakan untuk output-output sinyal kontrol dan input-input sinyal status dalam hubungannya dengan port A dan port B.

#### **Control Word**

Control Word Register hanya dapat di-"write". Operasi baca untuk Control Word Register tidak diperbolehkan.

### 2.4.3.2 Diskripsi Operasional 8255A

#### Pemilihan Mode

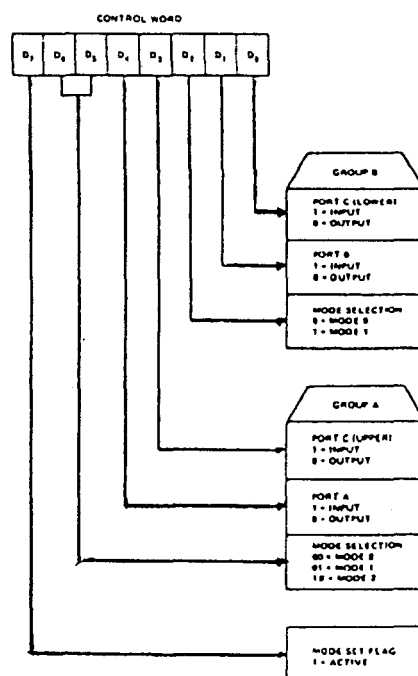
Ada tiga mode operasi dasar yang dapat dipilih oleh sistem software :

Mode 0 - *Basic Input/Output*

Mode 1 - *Strobed Input/Output*

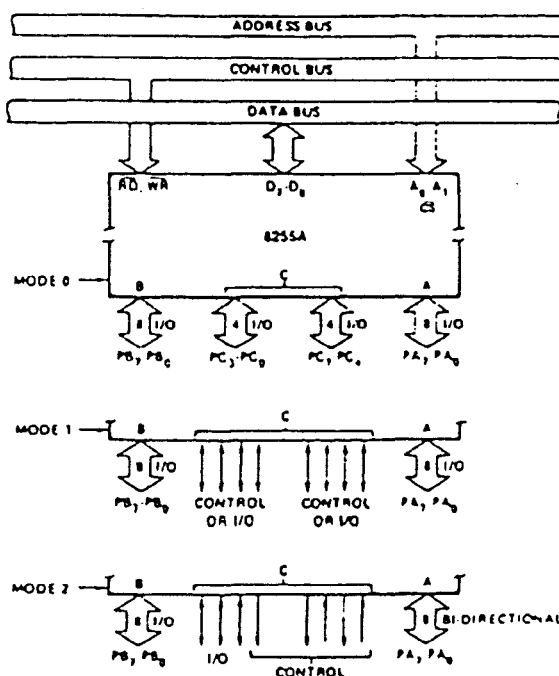
Mode 2 - *Bi-directional Bus*

Gambar 2.10 menunjukkan format definisi mode yang harus diisikan ke Control Word. Mode-mode untuk Port A dan Port B dapat didefinisikan secara terpisah, sedangkan Port C dibagi menjadi dua bagian seperti yang dikehendaki oleh definisi Port A dan Port B. Gambar 2.11 menunjukkan definisi mode dasar dan bus interface.



Gambar 2.10

Format Definisi Mode Operasi 8255A



Gambar 2.11

Definisi Mode Dasar dan Interface Bus

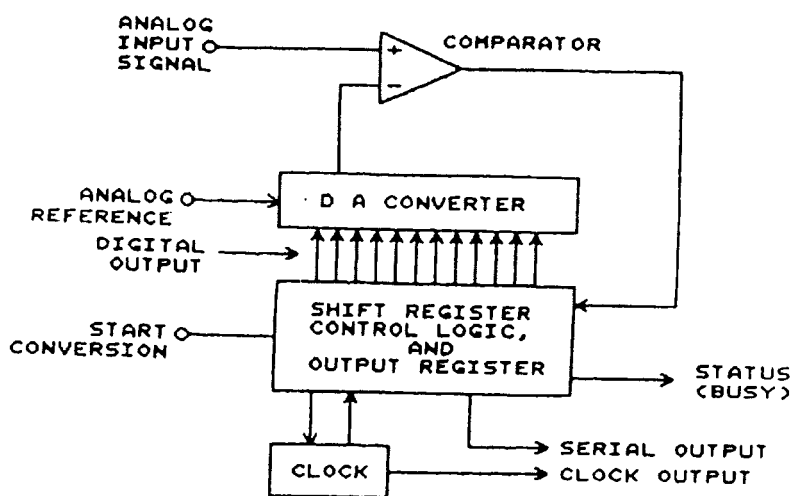
#### 2.4.4 Analog to Digital Converter AD574A

AD574 adalah perubah dari analog ke digital 12-bit lengkap yang memakai metode *successive-approximation* yang memiliki rangkaian buffer output 3-state untuk antarmuka langsung dengan bus mikroprocessor 8-bit, 12-bit, atau 16-bit.

Desain AD574A diimplimentasikan dalam dua chip LSI yang berisi rangkaian analog dan digital. Chip pertama adalah AD565A 12-bit DAC berperformansi tinggi dengan tegangan refrensi. Chip kedua berisi successive

aproximation register, rangkaian pengotrol kontrol converter, clock, bus-interface, dan latching comparator berpenampilan tinggi.

Cara kerja ADC metoda successive aproximation dapat dinyatakan dalam blok diagram pada gambar 2.12.



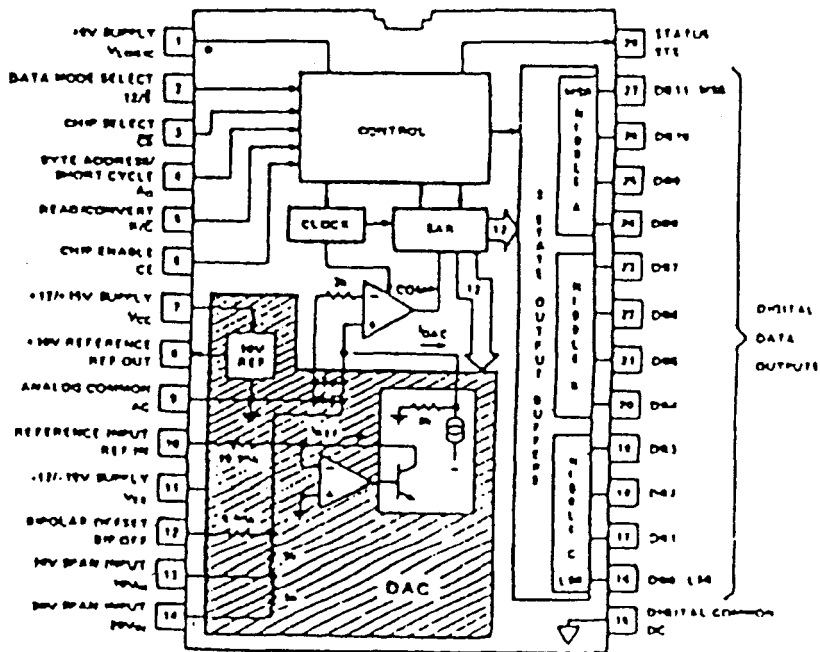
Gambar 2.12

ADC Successive Aproximation

Cara kerja ADC metoda ini sebagai berikut :

Konversi dilakukan dengan cara membandingkan input yang tidak diketahui dengan sebuah tegangan atau arus presisi yang dibangkitkan oleh sebuah DAC. Input dari DAC ini berasal dari output ADC. Pembandingan dilakukan bit demi bit dimulai dari MSB. Setelah perintah start konversi diberikan dan konversi telah

di-reset, output MSB DAC dibandingkan dengan sinyal input. Bilamana input lebih besar dari MSB tersebut, bit ini akan di-'1'-kan dan bit berikutnya akan dites. Bila input kurang dari MSB, bit tersebut akan di-'0'-kan dan bit kedua dites. Bila bit kedua tidak dapat membuat output ADC lebih besar dari input analog, bit ini diset '1' dan bit ketiga dites.

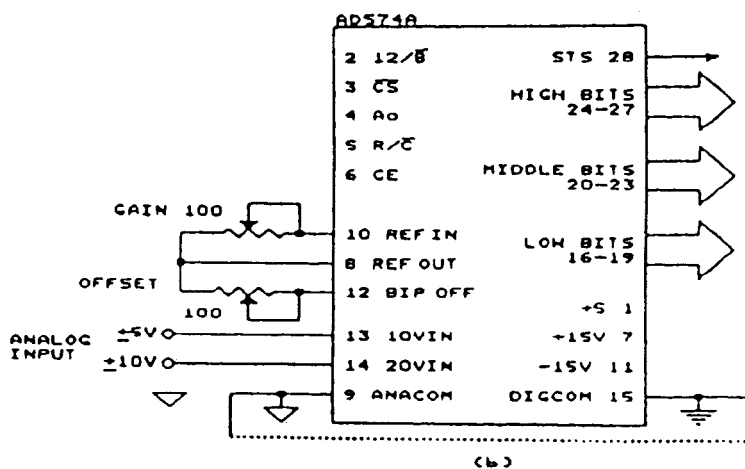
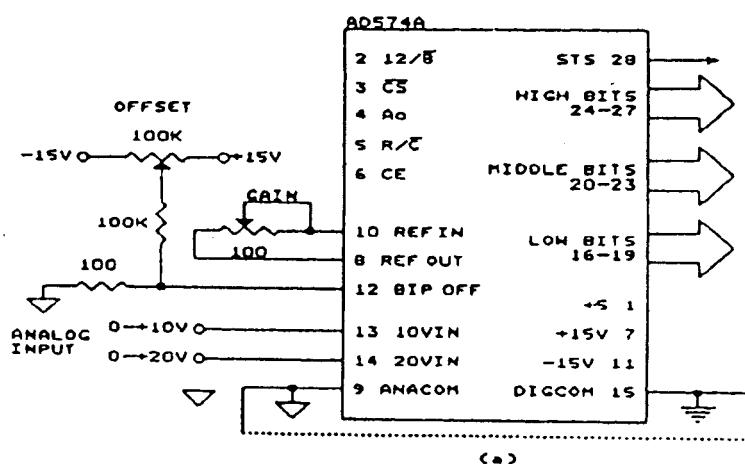


Gambar 2.13

Konfigurasi pin dan Blok Diagram AD574A

Bila pemberian '1' pada bit kedua ini membuat output ADC lebih besar dari input analog, bit ini dibuat '0'. Proses yang sama terjadi pada bit-bit berikutnya.

Konfigurasi pin dan Blok Diagram AD574A seperti yang terlihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.14

(a)Koneksi input unipolar

(b)Koneksi input bipolar



#### 2.4.4.1 AD574A Connection

AD574A berisi semua komponen aktif yang diperlukan untuk melaksanakan konversi A/D 12-bit lengkap, sehingga untuk kebanyakan kondisi, yang perlu dilakukan adalah hubungan untuk power supply (+5, +12/+15, dan -12/-15 volt), input analog, dan perintah inisialisasi konversi. Dalam hubungannya dengan sinyal input, AD574A dapat dioperasikan dalam dua mode, yaitu mode unipolar dan mode bipolar yang koneksinya dapat dilihat pada gambar 2.14a dan 2.14b.

#### 2.4.4.2 Pengontrolan AD574A

AD574A memiliki lima sinyal kontrol yaitu CE, CS, R/C, 12/8 dan A0. Sinyal kontrol CE, CS dan R/C mengatur kerja konverter. Status R/C jika CE dan CS diberi status yang sama menentukan apakah data dibaca atau konversi sedang berlangsung. A0 dan 12/8 mengatur lebar konversi dan format data. Tabel 2.2 menunjukkan tabel kebenaran dari sinyal-sinyal kontrol AD574A.

Tabel 2.2

Tabel Kebenaran Sinyal-sinyal Kontrol AD574A

CE	CS	R/C	12/8	A0	Operasi
0	X	X	X	X	Tidak ada
X	1	X	X	X	Tidak ada
1	0	0	X	0	Inisialisasi konversi 12-bit
1	0	0	X	1	Inisialisasi konversi 8-bit
1	0	1	Pin 1	X	Enable parallel output 12-bit
1	0	1	Pin 15	0	Enable 8MSBs
1	0	1	Pin 15	1	Enable 4 LSBs+4 Trailing 0

A0 biasanya dihubungkan dengan LSB dari address bus. Jika konversi dimulai dengan A0 low, siklus konversi 12-bit penuh dimulai. Jika A0 high selama start konversi, menghasilkan siklus konversi 8-bit yang lebih pendek. Selama operasi pembacaan data, A0 menentukan apakah buffer 3-state berisi 8 MSBs dari hasil konversi (A0=0) atau 4 LSBs (A0=1) di-enable. Pin 12/8 menentukan apakah data output diorganisasikan sebagai dua word masing-masing 8-bit (12/8 dihubungkan ke DIGITAL COMMON) atau word tunggal 12-bit (12/8 dihubungkan ke VLOGIC). A0 tidak diperbolehkan berubah keadaannya selama operasi pembacaan data.

Sinyal output, STS, menunjukkan status konverter. STS beralih ke high pada permulaan konversi dan kembali low jika siklus konversi selesai.

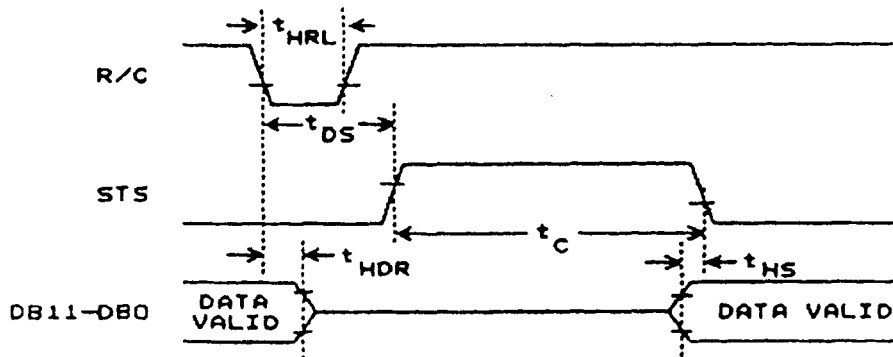
#### **2.4.4.3 Mode Operasi "Stand Alone"**

AD574A dapat dioperasikan dalam mode "stand alone", yang berguna untuk sistem yang tidak memerlukan kapabilitas bus interface penuh.

Dalam mode ini, CE dan 12/8 diberi state high, CS dan A0 diberi state low, dan konversi hanya dikontrol oleh sinyal R/C. Buffer-buffer 3-state di-enable jika R/C high dan start konversi ketika R/C beralih ke low. Mode operasi ini memberikan dua kemungkinan sinyal kontrol dari R/C, pulsa high atau pulsa low. Operasi dengan pulsa low ditunjukkan oleh gambar 2.15a. Dalam hal ini, output-output dipaksa ke keadaan high impedans sebagai respon pada saat R/C berubah low dan kembali ke level logika valid setelah siklus konversi selesai. STS

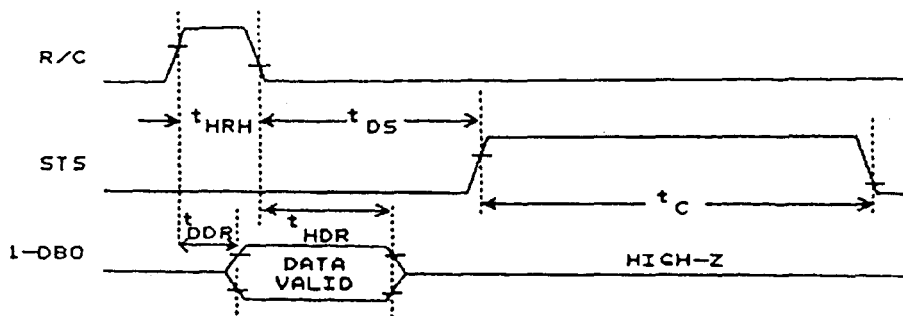
akan high 500 ns setelah R/C low dan kembali low 300 ns setelah data valid.

Jika konversi dimulai dengan pulsa high seperti ditunjukkan oleh gambar 2.15b, jalur data di-enable selama R/C high. Falling edge R/C akan mulai konversi berikutnya dan data line kembali ke three-state (dan tetap dalam keadaan three-state) sampai pulsa tinggi R/C berikutnya.



Gambar 2.15a

Pulsa rendah R/C-Output-output di-enable setelah konversi

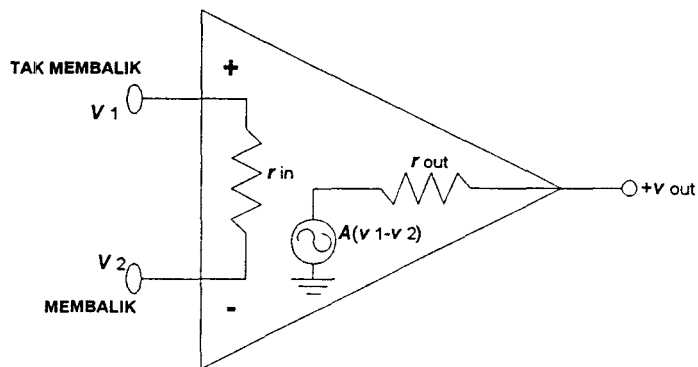


Gambar 2.15b

Pulsa tinggi R/C - output-output di-enable pada saat R/C high, dan sebaliknya high-Z

### 2.4.5 Operasional Amplifier

Penguat operasional adalah integrated circuit yang memiliki keunggulan tinggi dan pemakaian yang sangat luas dalam sistem elektronik. Secara sederhana penguat operasional dapat diwakili oleh gambar 2.16, yang menunjukkan karakteristik penguat ini.



**Gambar 2.16**

Rangkaian Pengganti Op-Amp

Penguat operasional ini memiliki sifat-sifat :

- mempunyai impedansi input  $r_{IN}$  yang besar sekali (orde M), idealnya  $r_{IN}$  tak terhingga.
- mempunyai impedansi output  $r_{out}$  yang sangat kecil (beberapa puluh ohm), idealnya  $r_{out}$  nol.
- mempunyai bati tegangan (gain) yang sangat besar (beberapa ratus ribu), idealnya tak terhingga.

Selama op-amp beroperasi dalam daerah liniernya (transistor tak jenuh), dengan metode Thevenin rangkaian keluarannya dapat diganti dengan rangkaian Thevenin, tegangan keluaran Thevenin-nya adalah,

$$V_{th} = A.(v_1 - v_2)$$

- mempunyai bandwidth yang lebar.

#### 2.4.6 Tranduser

Dalam sistem ini, besaran yang akan diubah menjadi besaran listrik adalah besaran optis yaitu cahaya, tranduser yang dipergunakan adalah tranduser tipe semikonduktor dalam hal ini fotodioda. Sedangkan sumber cahaya yang digunakan adalah spektrum cahaya yang dihasilkan oleh pembiasan kisi defraksi.

#### Fotodioda

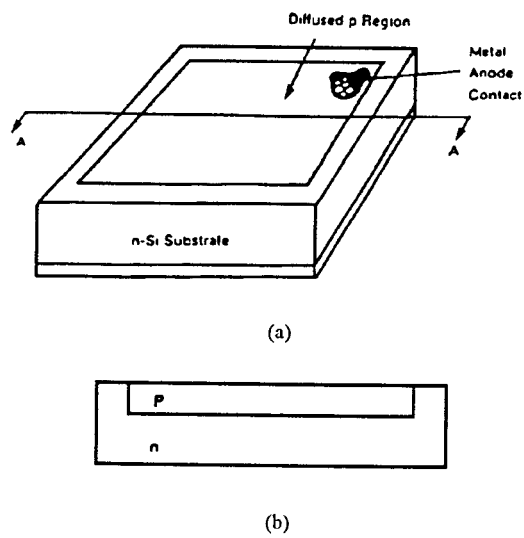
*Fotodioda* adalah device yang mempergunakan cahaya untuk mengendalikan arus yang mengalir. Pada dasarnya, semua dioda akan berfungsi sebagai fotodioda jika chip ini diekspose oleh cahaya, namun demikian teknik desain tertentu dipergunakan untuk mengoptimasi pengaruh cahaya pada fotodioda.

### **Prinsip Kerja Fotodioda**

Kerja fotodioda adalah hasil pengaruh cahaya pada benda padat, atau lebih khusus lagi pada bahan semikonduktor. Cahaya dengan panjang gelombang yang sesuai akan membangkitkan pasangan elektron-hole dioda, dan tegangan yang dipasang akan menyebabkan pembawa-pembawa muatan tersebut bergerak, yang berarti mengalirnya arus listrik. Besarnya intensitas cahaya yang mengenai fotodioda menentukan jumlah pasangan pembawa muatan yang terbentuk, dengan kata lain besarnya intensitas cahaya yang mengenainya akan menentukan besarnya arus yang mengalir.

Fotodioda sama seperti P-N Junction dapat digunakan untuk membangkit cahaya, fotodioda ini dapat juga digunakan untuk mendeteksi cahaya. Jika P-N Junction dibias terbalik dan pada kondisi gelap, arus yang mengalir sangat kecil. Ketika cahaya mengenainya, energi photon teredam dan bagian-bagian elektron-hole bergerak. Jika carier bergerak di dalam atau dekat daerah deplesi pada junction, mereka menyeberangi junction dengan medan listrik. Perpindahan dari pengisian carier menyeberangi junction disebabkan arus yang mengalir pada rangkaian luar ke dioda.

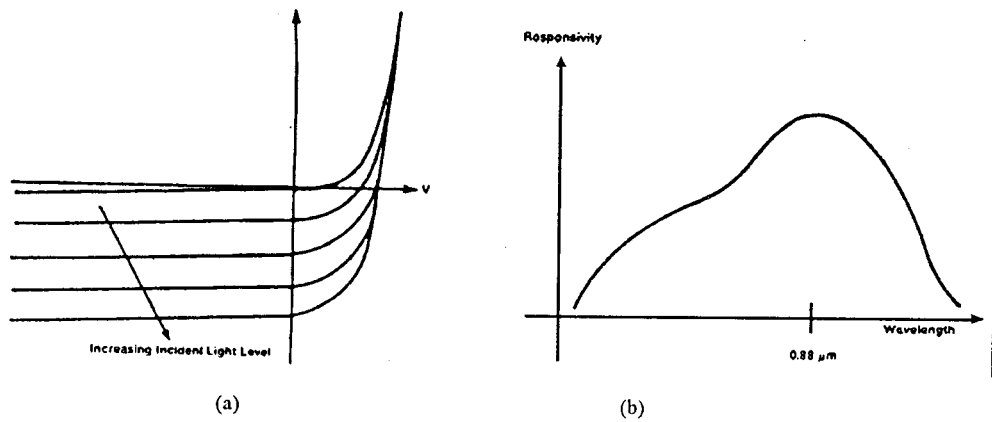
Magnitudo arus tergantung kepada kekuatan cahaya yang diserap oleh dioda dan panjang gelombangnya. Secara umum struktur fotodioda diperlihatkan pada gambar 2.17. Karakteristik I-V dan sensitivitas spektrum seperti pada gambar 2.18.



Gambar 2.17

Struktur PN Fotodioda

(a) Device      (b) bagian potongan AA



Gambar 2.18

Karakteristik PN Fotodioda

(a) hubungan I-V      (b) sensitivitas spektrum

#### 2.4.7 Motor Stepper

Dalam banyak hal motor stepper digunakan sebagai unit penggerak yang diantarmukakan pada mikroprosesor atau IBM PC. Jika dibandingkan motor DC, ada beberapa keuntungan dan kerugian tertentu dalam penggunaannya, antara lain :

1. Motor stepper adalah open loop. Putarannya bergantung banyaknya input yang berupa pulsa. Sedangkan motor DC dioperasikan close loop. Untuk mengendalikannya diperlukan encoder agar dapat mendeteksiposisi *shaft* dan mungkin memerlukan tachometer untuk mengetahui kecepatannya.
2. Motor stepper dapat dengan mudah dikendalikan oleh mikroprosesor, hanya saja rangkaian elektronik drivernya sedikit lebih kompleks.
3. Motor stepper adalah *brushless* (tampa sikat).

Dalam motor, sikat kadang-kadang menimbulkan banyak masalah, sikat harus dipasang dan diganti. Gesekan sikat (*brushes spark*), dapat menimbulkan loncatan bunga api listrik atau letupan. Sikat juga dapat menimbulkan arus transient yang dapat menimbulkan masalah tersendiri dalam rangkaian elektronik.

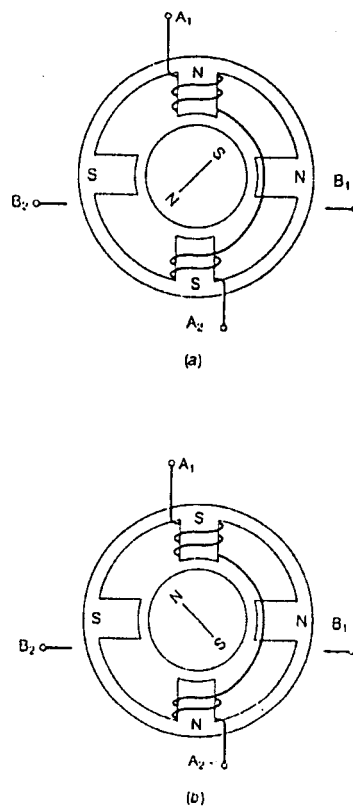
4. Motor DC mempunyai gerakan yang kontinu, sedangkan gerakan pada motor stepper putus-putus (patah-patah), dan resolosinya tergantung dari besar kecilnya derajat perstepnya.
5. Motor stepper dapat slip jika bebannya berlebih (overload) dan errornya tidak dapat terdeteksi dengan baik. Untuk alasan ini motor stepper dapat digunakan



dalam sistem kontrol close loop.

Motor Stepper menurut struktur rotornya dibagi menjadi 3 bagian :

1. Motor Stepper Magnet Permanen
2. Motor Stepper Variabel Reluctance
3. Motor Stepper Hybrid



**Gambar 2.19**

Eksitasi pada Motor Stepper. Lilitan  $B_1$ - $B_2$  tidak diperlihatkan.

(a) step 1 ; (b) step 2.

### Pengendalian Motor Stepper

Gambar 2.19 menunjukkan bagaimana sebuah motor stepper dapat di drive (dikendalikan).  $N-S$  adalah pasangan kutub magnet dan merupakan 4 gigi dari stator yang dikendalikan oleh sepasang belitan  $A_1-A_2$  dan  $B_1-B_2$ . Ketika  $A_1-A_2$  atau  $B_1-B_2$  dihubungkan pada tegangan DC dan ground secara berurutan, maka gigi atas atau gigi sisi kanan menjadi kutub utara magnet, dan hal ini akan mendorong rotor ke posisi stabil yaitu  $+45^\circ$ , dimana kutub rotor berada diantara kutub-kutub dua belitan, seperti pada gambar 2.19b. Ketika polaritas belitan  $A_1-A_2$  dibalik oleh tegangan DC power supply, rotor akan bergerak menuju posisi stabil yang baru yaitu  $90^\circ$  dari sebelumnya. Ini yang disebut dengan satu step.

**Tabel 2.3**

Mode Pengendalian Full Step

STEP	A1	A2	B1	B2
1	H	H	L	L
2	L	H	H	L
3	L	L	H	H
5	H	L	L	H

Dengan mengatur urutan empat step seperti pada tabel 2.3, didapatkan satu revolusi atau satu putaran. Jika urutan langkah diulangi lagi, maka akan terjadi satu putaran lagi dan seterusnya. Jika urutan langkah dibalik, maka arah putaran dari motor stepper akan berbalik juga.

**Tabel 2.4**

Mode Pengendalian Half Step

STEP	A1	A2	B1	B2
1	H	L	H	L
2	L	L	L	H
3	L	H	H	L
4	H	L	L	L
5	L	H	L	H
6	L	L	H	L
7	H	L	L	H
8	L	H	L	L

Urutan step diatas disebut dengan mode pengendalian Full Step. Jika hanya satu belitan saja yang diberikan energi setelah kedua belitan diberikan energi sebelumnya, maka yang terjadi adalah rotor berputar  $45^\circ$  dari sebelumnya, Jadi satu step merupakan setengah langkah dari car sebelumnya. Ini yang disebut dengan mode pengoperasian half step.

Dalam mode half step ini diberikan 8 langkah untuk mendapatkan satu putaran, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.4 di atas . Dengan memakai mode

ini satu putaran dari motor didapatkan lebih teliti dari pada full step, tetapi torsi yang didapatkan menjadi lebih lemah daripada mode full step.

# **BAB III**

## **PERENCANAAN**

### **HARDWARE DAN SOFTWARE**

---

#### **3.1 PENDAHULUAN**

Bab ini akan menguraikan tahap-tahap yang dilakukan penyusun dalam merencanakan dan membuat keseluruhan sistem analisa urin secara fotometris yang diantarmukakan ke IBM PC.

Sistematika bab ini meliputi :

- Metode pengambilan data sampel
- Perencanaan Sistem
  - Hardware
  - Software

#### **3.2 METODE PENGAMBILAN DATA SAMPEL**

Sebelum merancang sistem hardware terlebih dahulu dilakukan berbagai macam studi terutama studi karakteristik kandungan urin dan studi metoda untuk pengambilan data kandungan urin. Karakteristik urin telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

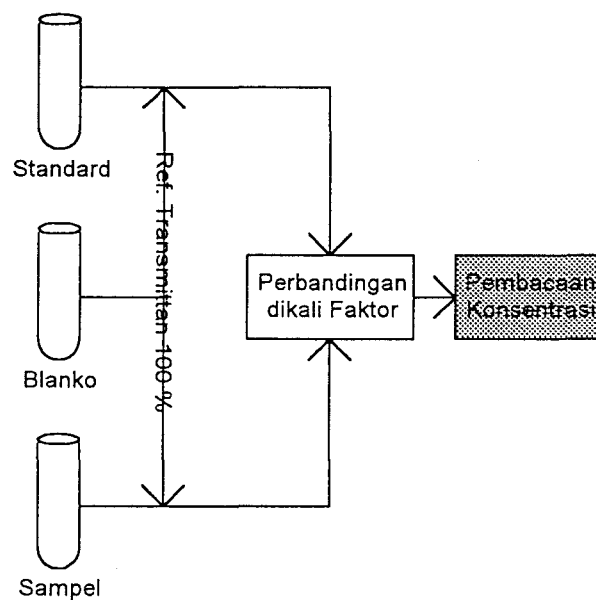
Metoda pengambilan data yang dibahas pada Tugas Akhir ini mengikuti metoda yang dipakai pada sebagian besar laboratorium klinik. Pada metoda fotometris ini prosedur pemeriksaan tergantung dari reagen yang dipakai. Pemakaian reagen tergantung dari jenis atau merk reagen yang digunakan, tetapi

prinsip sistem pengukuran sampel semuanya sama. Prinsip pengukuran secara umum diperlihatkan pada gambar 3.1. Tahap-tahap pengukuran adalah sebagai berikut :

Pertama, setelah mendapatkan larutan Blanko lalu diukur dan diset menjadi  $T = 100\%$  atau  $A = 0.000$  bila menggunakan fotometer analog, sedangkan alat yang dibuat penulis nilai yang terbaca menjadi faktor pembagi yang dilakukan melalui software.

Kedua, pengukuran terhadap larutan Standard yang langsung dibagikan dengan faktor dari Blanko.

Ketiga, pengukuran larutan Sampel yang pada akhirnya dilakukan perhitungan melalui software untuk mendapatkan nilai kandungan urin.



Gambar 3.1

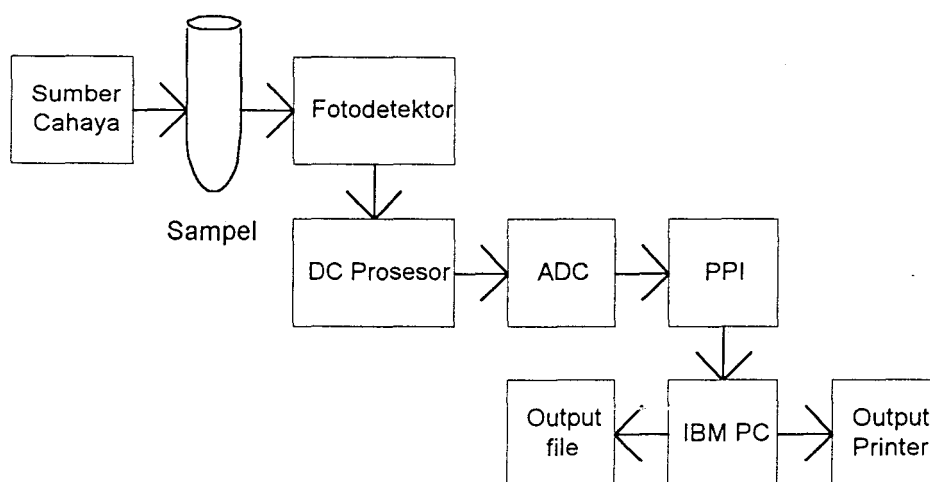
Blok Diagram Prinsip Pengukuran

Larutan sampel merupakan urin yang telah dicampur reagen sedangkan larutan standard dan blanko juga berasal dari kit reagen yang sama. Kit reagen adalah beberapa larutan tertentu yang akan dicampur dengan komposisi tertentu untuk membentuk sampel, standard dan blanko menjadi siap untuk diukur. Kit reagen ini mempunyai prosedur tersendiri yang terdapat didalam wadahnya. Kit reagen ini sudah lengkap, tidak memerlukan larutan lain kecuali aquadest bila diperlukan.

### 3.3 PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM

#### 3.3.1 Hardware

Blok diagram alat yang dibuat oleh penyusun dapat digambarkan seperti pada gambar 3.2.

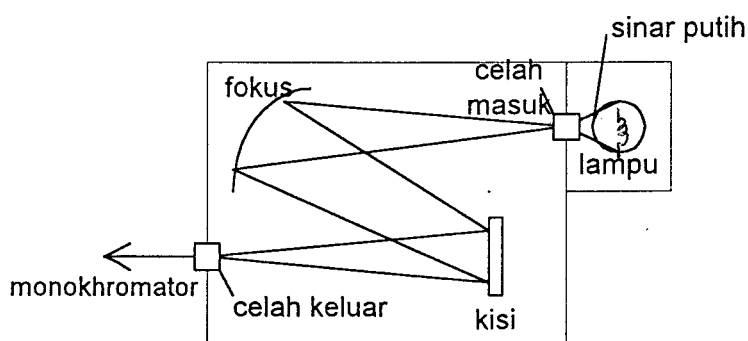


**Gambar 3.2**

Blok Diagram Alat

### 3.3.1.1 Sumber Cahaya

Blok ini merupakan sumber cahaya yang melewati sampel akan mengaktivasi fotodetektor. Seperti telah dijelaskan dalam teori penunjang bahwa sumber cahaya menggunakan sistem optis yang terdiri dari : lampu, cermin, celah masuk/keluar dan kisi defraksi. Gambar 3.3 memperlihatkan sumber cahaya dengan sistem optisnya.



Gambar 3.3

Sumber Cahaya dengan Sistem Optis

Dalam perencanaan sumber cahaya dengan sistem optisnya menggunakan komponen-komponen sebagai berikut :

*Lampu Halogen* 12V/20W digunakan sebagai sumber cahaya putih. Lampu tersebut dicatu dengan arus 2.5 ampere dan tegangan +11.5 volt setelah melewati regulator.

*Kisi Defraksi* yang digunakan mempunyai 6000 garis persentimeter.

*Cermin Cekung* yang digunakan mempunyai titik fokus 5 cm berdiameter 5 cm.

*Celah Masuk/Keluar* dengan luas 0.05 cm x 0.5 cm dengan keadaan tegak.



Untuk mencari panjang gelombang cahaya dengan mengatur sudut  $\theta$  dari kisi defraksi sesuai dengan persamaan,

$$\sin \theta = n \times K / s$$

dimana

$$s = 6000 \text{ garis/cm} = 0.0001667 \text{ cm} = 1667 \text{ nm}$$

$$n = 1 \text{ (spektrum pertama)}$$

misalnya untuk mendapatkan panjang gelombang cahaya 450 nm maka sudut  $\theta$  adalah,

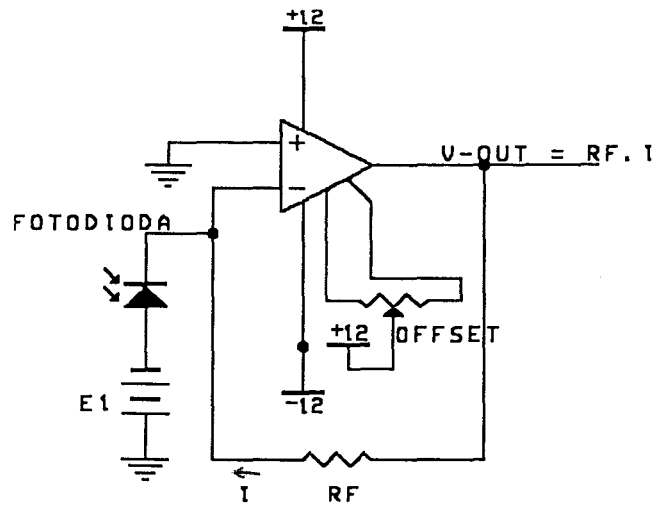
$$\sin \theta_1 = 1 \times 450 \text{ nm} / 1667 \text{ nm} = 0.2699$$

$$\theta_1 = \pm 15.66^\circ$$

### 3.3.1.2 Fotodetektor

Fotodetektor yang digunakan adalah Fotodioda, rangkaian lengkap dari penguat fotodioda seperti pada gambar 3.3.

$E_i$  ada disalah satu ujung dan ground semu ada di ujung yang lain. Fotodioda *terbias-balik*, seperti yang seharusnya untuk cara-kerja biasa. Dalam kegelapan fotodioda *mengalirkan* sejumlah kecil arus bocor pada orde nanoampere. Tapi, tergantung pada energi cahaya yang mengenainya, dioda tersebut akan mengalirkan arus 50 uA atau lebih. Karena itu arus  $I$  hanya tergantung pada energi yang mengenai fotodioda itu dan tidak pada  $E_i$ . arus ini diubah menjadi tegangan oleh  $R_f$ .



Gambar 3.4

Rangkaian Penguat Fotodiode

### 3.3.1.3 DC PROCESSOR

Rangkaian DC Processor ini berfungsi untuk mengolahbesaran elektrik dalam hal ini level tegangan yang dihasilkan fotodetektor sebagai transduser dari sistem ini. Blok ini terdiri dari beberapa rangkaian fungsional yaitu,

- Penguat Instrumentasi
- Low Pass Filter
- Rangkaian Proteksi

#### Penguat Instrumentasi

Instrumentasi Amplifire dirancang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Memberikan input ADC dengan range 0-10 volt.
- Gain dicari sebagai berikut:

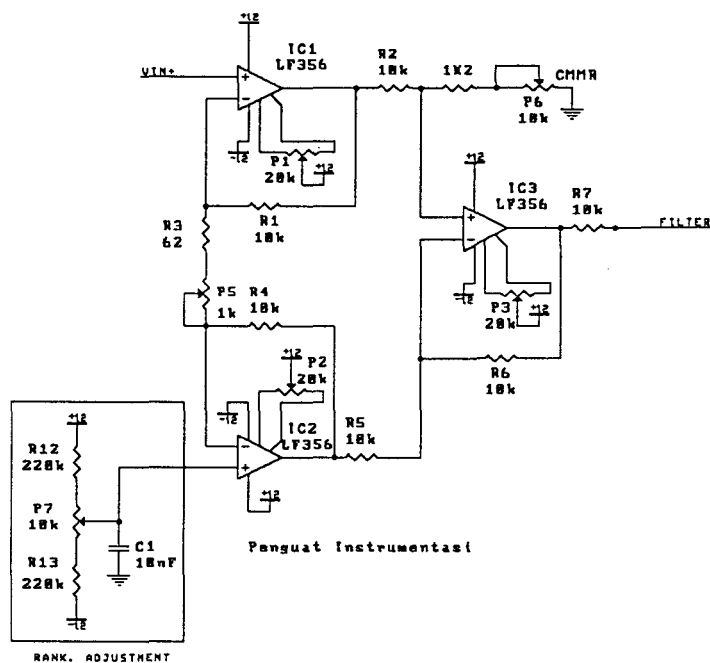
$$\text{Rang input instrumen amplifire (V}_{in}) = 1 - 1000 \text{ mV}$$

$$Gain = \frac{RangeMaksimumADC}{RangeMaksimumVin}$$

$$Gain = \frac{10volt}{1000mV} = 10x$$

Vin+ adalah input dari buffer tranduser, sedangkan input Vin-berfungsi untuk memberikan adjustment pada saat pengukuran dan kalibrasi.

Gain diatur dari  $R_{Gain}$ , rangkain lengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5

Rangkian Instrumen Amplifier

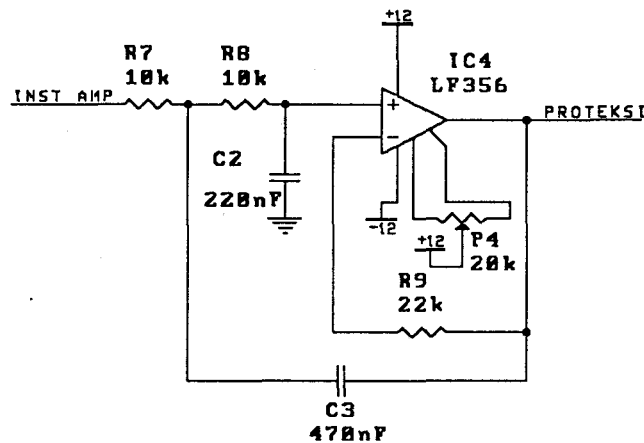
### Rangkaian Adjustment

Sering sekali tranduser perlu disesuaikan harga penunjukkan levelnya dengan yang seharusnya. Rangkaian ini yang melakukan fungsi tersebut. Terkadang data yang seharusnya memberikan data 0 volt, oleh tranduser tidak 0, sehingga adjustment/penyesuaian perlu dilakukan. Selain itu juga berfungsi

untuk mengecek level tegangan pada saat pengukuran tanpa cahaya atau keadaan gelap harus benar-benar nol. Gambar rangkaian adjustment dapat dilihat pada gambar 3.5.

### Low Pass Filter

Rangkaian ini berfungsi untuk mengantisipasi nois-nois frekuensi tinggi yang akan mengganggu selama proses pengambilan data.



Gambar 3.6

Low Pass Filter

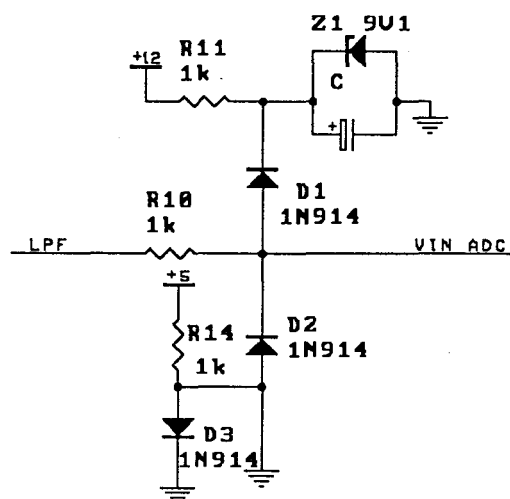
Rangkaian Low Pass Filter dapat dilihat pada gambar 3.4, dan direncanakan memiliki frekuensi cut-off sebesar 50Hz, jenis Butterworth -40 dB/dekade.

Prosedur perancangan :

- $\omega_c = 2\pi f_c$  ;  $f_c = 50 \text{ Hz}$
- $R_1 = R_2 = R$  dipilih 10K ,  $R_f = 2R = 20K$
- $C_1 = 0,707/\omega_c R = 0.225\mu\text{F}$
- $C_2 = 2C_1 = 0.45\mu\text{F}$

### Rangkaian Proteksi

Rangkaian proteksi terletak dibagian akhir dari rangkaian DC Processor, berfungsi untuk melindungi ADC terhadap level tegangan input yang berlebihan. Rangkaian ADC dipilih untuk span 10 volt unipolar (0 - +10 volt), sedangkan output DC Processor memiliki jangkah tegangan output  $\pm 10$  volt. Rangkaian proteksi ini direncanakan seperti terlihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7

Rangkaian Proteksi

Bila output instrumen amplifier melebihi +9.4 volt, yang merupakan penjumlahan antara tegangan *forward dioda* D1 1N914 0.3 volt dengan tegangan zener dioda D3 9.1 volt output DC processor akan tetap bertahan pada nilai tegangan 9.4 volt. Tahanan R2 1K berfungsi memberikan arus bias pada dioda zener agar bekerja secara normal. Besar arus yang mengalir pada loop yang melalui dioda zener sekitar 3 mA  $((12-9.1)V/1K)$ .

Bila level tegangan output instrumen amplifier berharga negatif maka input ADC akan dipertahankan pada harga 0V. Jadi rangkaian proteksi membatasi level tegangan input ADC dalam jangkah 0 sampai 9.4 volt.

Sedangkan tahanan pembatas arus R1 sebesar 1K berfungsi mengamankan output tahap sebelumnya jika tegangan melebihi batas.

### 3.3.1.4 ADC dan Paralel Interface

Penyusun menggunakan ADC tipe AD574AJ 12 bit dan paralel interface dengan memakai PPI 8255A.

PPI didesain mempunyai alamat 300H - 303H. ADC dan PPI mempunyai card tersendiri yang tersusun dari beberapa bagian yang secara fungsional dapat diuraikan sebagai berikut :

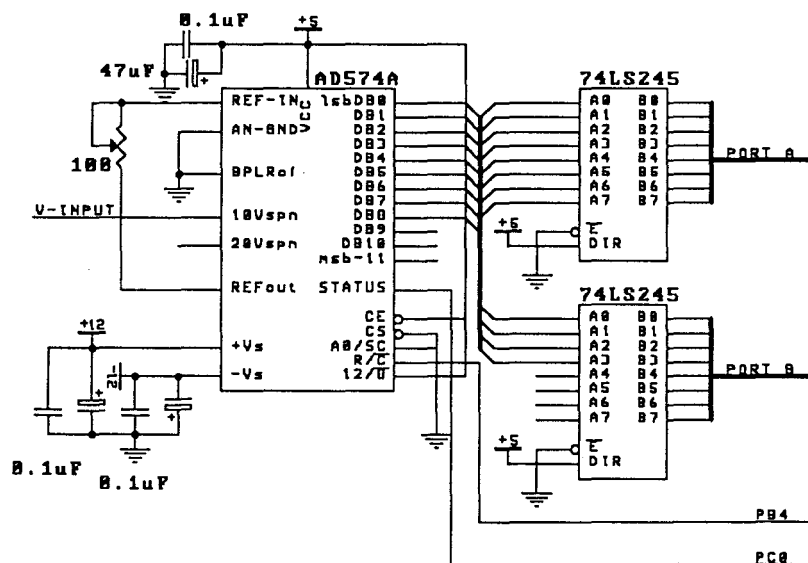
#### ADC

Rangkaian ADC ini dirancang untuk mengkonversikan level DC dari fotodetektor yang sebelumnya telah dilewatkan pada penguat. ADC AD574AJ menyediakan suatu metode pengontrolan operasi kerjanya yang disebut stand alone, dimana mode kerja ini sangat memberikan kemudahan dalam melakukan kontrol.

Jika AD574AJ dioperasikan dalam mode stand alone maka seperti diuraikan dalam teori penunjang, hanya dua buah sinyal kontrol saja yang diperlukan yaitu R/C dan STS. Dua sinyal kontrol ADC ini dihubungkan ke Port PPI 8255A untuk diatur operasinya melalui software. R/C sebagai sinyal start konversi ADC dihubungkan ke PC0 (dalam hal ini Port C diprogram dalam mode output). Dan STS, sinyal yang dioutputkan oleh AD574AJ yang

mengindikasikan bahwa konversi sedang berlangsung, dihubungkan ke PC4 (Port B diprogram dalam mode input).

Gambar 3.8 menunjukkan wiring AD574AJ yang dioperasikan dalam mode stand alone untuk mengkonversikan tegangan DC yang diinputkan penguat.  $V_{input}$  dipilih untuk span 10V, karena output dari penguat memiliki jangkah 0-10 volt.



Gambar 3.8

Rangkaian ADC dan Buffer

### Buffer

Buffer disini berfungsi untuk menyangga output ADC yang dihubungkan ke PPI. Karena dalam data sheet AD574AJ disebutkan bahwa jika AD574AJ dioperasikan dengan V supply +/- 12 volt maka diperlukan buffer untuk outputnya. IC untuk keperluan ini dipilih IC 74LS245, yang merupakan IC penyangga 3-state. Operasi 74LS245 dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1

Operasi IC 74LS245

Enable G	Kontrol Arah DIR	Operasi
L	L	Data B ke Bus A
L	H	Data A ke Bus B
H	X	Isolasi

Direncanakan buffer ini dioperasikan untuk terus aktif menerima output ADC untuk dikirim ke Port PPI, yaitu dengan men-fix-kan pin DIR dengan kondisi HIGH dan EN dalam kondisi LOW sehingga buffer ini bekerja menyangga data dengan arah A ke B.

8 jalur data disediakan oleh 74LS245 sehingga untuk ADC yang mengkonversi level analog DC menjadi 12-bit diperlukan dua buah IC 74LS245.

#### Dekoder dan PPI 8255A

Rangkaian dekode dan PPI dapat dilihat pada gambar 3.9 yang berfungsi untuk mengamati port-port PPI. PPI dirancang memiliki alamat :

Port A            300H  
 Port B            : 301H  
 Port C            : 302H  
 Port Control : 303H

Sehingga dapat dirancang gate-gate untuk mengkodekan alamat yang dapat dilihat pada tabel 3.2.

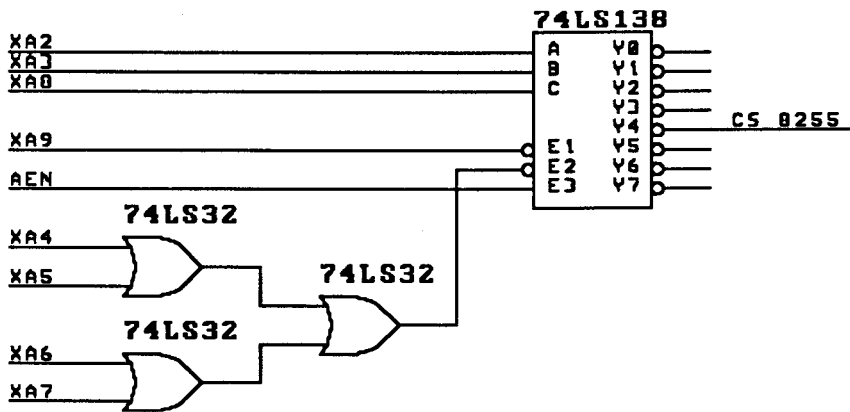


Tabel 3.2

Decoding PPI 8255A

Nama	Address										
	Hexa	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
Port A	300h	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Port B	301h	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Port C	302h	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Control Word	303h	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1

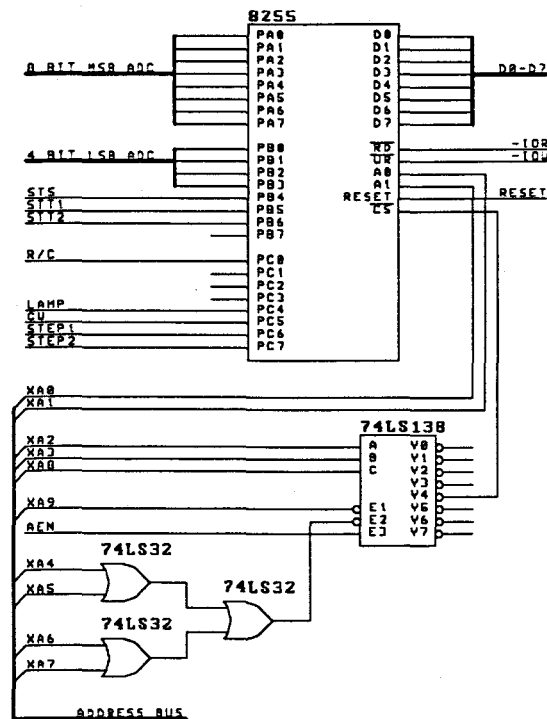
Untuk merealisasikan rangkaian decoding alamat port-port PPI diperlukan dua buah IC yaitu IC decode 3-bit 74LS138 dan IC OR-gate 74LS32. Rangkaian diimplementasikan seperti pada gambar 3.9. Sehingga dalam hal ini chip select diaktifkan oleh Y4.



Gambar 3.9

Rangkaian Decoding PPI

Rangkaian lengkap paralel interface seperti tampak pada gambar 3.10.



Gambar 3.10

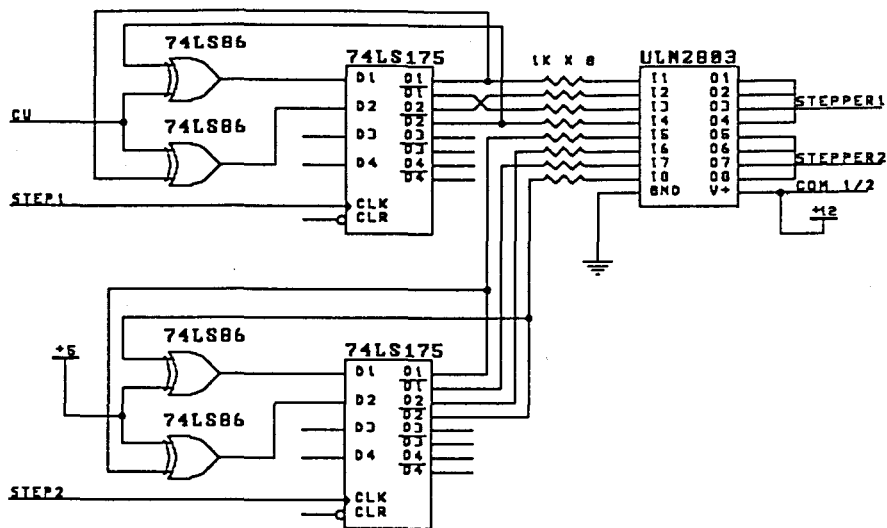
Paralel Interface

### 3.3.1.5 Logic Sequencer dan Motor Stepper

Logic sequencer yang dirancang dalam Tugas Akhir ini digunakan untuk menghemat pin-pin PPI 8255. Dengan menggunakan rangkaian ini setiap satu motor stepper dapat didrive oleh 2 pin port PPI 8255. Motor stepper pertama (*stepper1*) membutuhkan 2 pin yaitu clock (*step1*) dan cw/ccw (*cw*), sedangkan motor stepper kedua hanya membutuhkan clock (*step2*) karena putaran searah.

Rangkaian yang dirancang dalam Tugas Akhir ini terdiri dari EXOR gate dan D Flip-flop. Untuk men-drive motor stepper dikendalikan oleh 2 input dari PPI yang masuk pada logic sequencer dan dikuatkan oleh IC ULN2803. Satu input berupa pulsa dan satu input yang lain berupa logika high atau low untuk

memberikan arah putaran motor. Logika high akan membuat motor berputar searah jarum jam (clockwise) dan logika low akan membuat motor berputar berlawanan arah jarum jam (counter Clock wise). Kedua input ini dapat dikendalikan secara software. Gambar 3.11 memperlihatkan rangkaian Logic Sequencer.

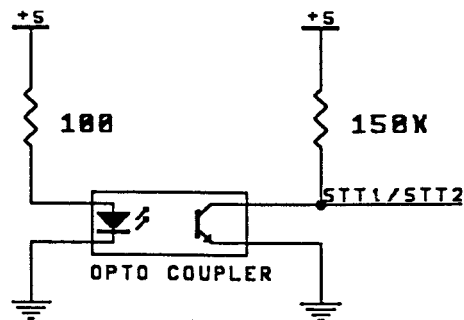


Gambar 3.11

Rangkaian Logic Sequencer

3.3.1.5 Sensor

Sensor yang dimaksud disini sebagai penanda status pada gerakan kisi dan piringan kuvet pada kondisi awal. Jadi penulis menggunakan dua sensor dengan rangkaian yang sama. Sensor yang digunakan adalah optocoupler dengan model *U* seperti terlihat pada gambar 3.12. Jika LED infra merah terhalang (keadaan awal) maka ouput dari fototransistor akan low karena sensor ini dirancang secara pull-up.

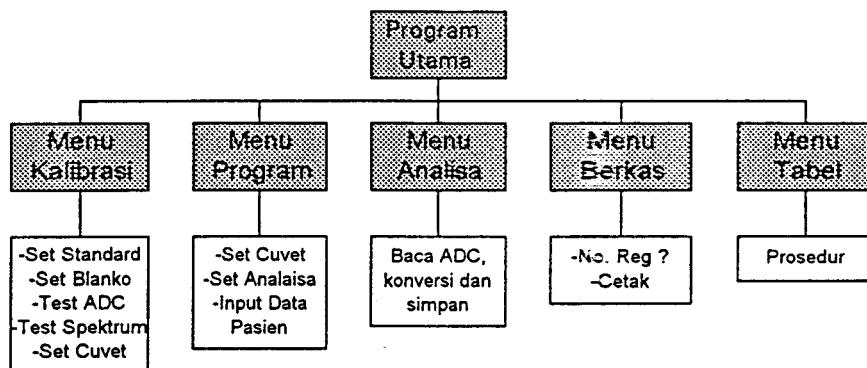


Gambar 3.12

Rangkaian Sensor Kondisi Awal

### 3.3.2 Software

Software yang dibuat oleh penyusun dibagi-bagi dalam menu-menu yang secara lengkap dapat dilihat pada diagram blok program sebagai berikut :



Gambar 3.13

Blok-Blok Utama Program

Untuk mengatur keseluruhan sistem yang dirancang ini, penyusun menggunakan bahasa pemrograman Pascal. Program terdiri dari program utama dan subprogram-subprogram yang berdiri sendiri yang dapat saling memanggil

dengan koordinasi yang tepat dalam pemanggilan subprogram tersebut.

Program dibagi-bagi menjadi blok-blok fungsional yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

#### Program Utama

Program utama mengatur pemanggilan menu melalui tombol dan mouse.

Dalam hal ini penulis menggunakan mouse untuk memilih menu.

#### Fungsi Menu Kalibrasi

Terdiri dari set blanko, set standard, set piringan kuvet, set panjang gelombang, test absorban, hidup/mati sumber cahaya dan test spektrum. Set blanko/standard pada larutan blanko/standard untuk acuan perbandingan dengan larutan sampel dalam pengambilan nilai absorban. Test absorban dilakukan secara manual dengan menentukan panjang gelombang pada set panjang gelombang.

#### Fungsi Menu Program

Berfungsi untuk memprogram data-data pengukuran yang terdiri dari pemilihan nomor kuvet, jenis pemeriksaan dan data-data pasien. Pemeriksaan sampel sangat tergantung dari pemilihan kuvet dan jenis pemeriksaan yang telah diprogram.

#### Fungsi Menu Analisa

Menu ini akan langsung melakukan penganalisaan sampel yang terprogram. Disini ADC akan melakukan pembacaan sampel dan kemudian dikonversi ke satuan pengukuran. Hasil pengukuran langsung tersimpan pada

berkas/file yang dapat ditampilkan melalui layar monitor atau printer. Di bawah ini diberikan contoh perhitungan data :

$$\text{Konsentrasi Creatinine} = 100 * \frac{\text{Ln}(\text{sampel}/0.01\text{blanko}) * \text{Log}_e}{\text{Ln}(\text{standard}/0.01\text{blanko}) * \text{Log}_e} \text{mg/dl}$$

Keterangan :

$100$  = faktor untuk creatinine

sampel, standard, blanko = hasil pengukuran transmittan

$\text{Log}_e = \log e$

mg/dl = miligram/desiliter (satuan persamaan).

#### Fungsi Menu Berkas

Untuk melihat, mencari dan mencetak berkas dengan memilih menu berkas. Menu berkas langsung menampilkan data hasil pemeriksaan terakhir, untuk dapat melihat data sebelumnya pada berkas dapat dilakukan dengan sub menu tanda panah dengan mouse atau langsung memilih menu no.reg dengan mengisi nomor register yang dicari dengan tombol keyboard.

#### Fungsi Menu Tabel

Berisikan tabel keadaan normal dan prosedur pengukuran masing-masing jenis pengukuran.

#### Fungsi Control ADC dan PPI

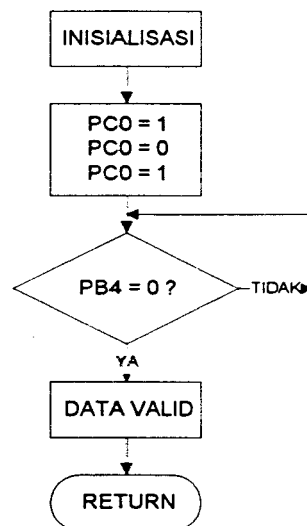
Oleh penyusun ADC dikontrol oleh PPI dengan metode polling. Pada saat proses penganalisaan akan berlangsung, PC0 low sesaat yang menginstruksikan

konversi dimulai pada pin R/C AD574. Dalam hal ini STS secara otomatis akan dioutputkan oleh AD574 dan PB4 akan menunggu sinyal ini, jika STS high maka siap mengambil data valid melalui Port A dan Port B lower

Untuk melaksanakan maksud diatas sebelumnya PPI harus diinisialisasi untuk mengatur mode kerja port-portnya. Dalam hal ini PPI diatur dalam mode 0 baik grup A maupun grup B sebagai berikut:

Port A	input
Port B	input
Port C	output
Control Word	92H

Flowchart sub-program uadc.inc dapat dilihat pada gambar 3.14.



**Gambar 3.14**

Flowcart Sub-program Uadc.inc

Listing sub-program uadc.inc :

```

{ inisialisasi }
Port_a = $300;
Port_b = $301;
Port_c = $302;
Port_cw = $92;

Port[Port_cw]:=cw;

{ proses adc }
asm
    mov dx,Port_c      { start konversi }
    mov al,21H
    or al,pc4
    out dx,al          { R/C = 1 }
    mov al,20H
    or al,pc4
    out dx,al          { R/C = 0 }
    mov al,21H
    or al,pc4
    out dx,al          { R/C = 1 }

@koversibelum:        { konversi belum selesai }
    mov dx,Port_b
    in al,dx
    and al,10H
    cmp al,0           { jika STS = 0, konversi selesai }
    jne koversibelum   { jika tidak tunggu kembali m}

    mov dx,Port_b      { data valid }
    in al,dx           { baca data MSB 4-bit }
    mov ahha,al
    and ahha,0fH
    mov dx,Port_a
    in al,dx           { baca data LSB 8-bit }
    mov ah,ahha
    mov adc12,ax       { data digabung menjadi 12-bit}
end;

```



## **BAB IV**

### **PENGUJIAN DAN PENGUKURAN**

---

Pengujian dilakukan oleh penulis dengan dua tahap, yaitu pengujian blok-blok hardware yang memiliki fungsi-fungsi khusus, dan pengujian sistem terpadu antara hardware dan software.

- Pengujian blok-blok hardware meliputi:
  - Blok optik dan fotodetektor (tranduser)
  - Instrumentasi Amplifier
  - Low Pas Filter
  - Rangkaian Proteksi
  - Pengujian Rangkaian ADC
- Pengujian sistem (hardware dan software)

#### **4.1 Pengujian Optik**

Dengan mengatur sistem optik dengan ukuran optik yang digunakan maka dapat diperoleh spektrum cahaya yang diinginkan. Lensa Cekung sebagai fokus untuk sumber cahaya disetel tepat mengenai celah keluar. Pengujian spektrum ini dengan cara memutar kisi perlahan-lahan hingga warna monokhrom akan keluar melaui celah keluar. Celah keluar diatur sesempit mungkin agar dapat memperkecil bandwidth monokhromator.

#### 4.2 Pengujian Respon Transduser

Seperti dijelaskan dalam teori bahwa fotodioda merupakan komponen memiliki kekhasan dimana arusnya bertambah bila ada cahaya yang jatuh di atasnya. Dari rangkaian pengut fotodioda yang direncanakan  $V_o$  dinyatakan dengan persamaan,

$$V_o = R_f \cdot I$$

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan intensitas cahaya yang berbeda-beda pada fotodioda, mengukur intensitas cahaya yang diteruskan (sinar yang ditangkap fotodioda) dengan mengukur  $V_o$ -nya (dengan Voltmeter).

#### 4.3 Pengujian Instrumentasi Amplifier

Pengujian Instrumentasi Amplifier dilakukan untuk mengetahui kelinierannya sesuai dengan Gain yang direncanakan. Untuk menguji rangkaian instrumentasi dilakukan dengan cara memberi input pada input positif amplifier untuk step-step tertentu dan melakukan pengukuran tegangan outputnya.

Dalam perencanaan Gain ditentukan sebesar 10x, sehingga dalam hal ini

$$V_o = \text{Gain} \cdot V_i$$

#### 4.4 Pengujian Low Pass Filter

Low Pass Filter direncanakan memiliki frekuensi cut-off 50Hz. Blok rangkaian ini diuji dengan cara memberikan input ac dengan frekuensi yang

dinaikkan dengan step tertentu, kemudian dilakukan pengamatan terhadap nilai tegangan outputnya.

#### **4.5 Pengujian Rangkaian Proteksi**

Rangkaian proteksi diperlukan untuk membatasi tegangan input adc agar berada dalam span  $V_{in}$  ADC yaitu 0-10 volt. Dalam hal ini direncanakan rangkaian proteksi yang membatasi tegangan antara 0-9.6 volt. Rangkaian ini diuji dengan cara memberikan input sebesar  $V_{in} < 0$  volt sampai  $V_{in} > 9,6$  volt. Diamati  $V_{output}$ -nya harus selalu terletak dalam range 0 - 9,6 volt.

#### **4.6 Pengujian Kelinieran ADC**

Pengujian kelinieran ADC dilakukan dengan cara mengubah-ubah tegangan input ADC secara bertahap, dan melakukan pencatatan hasil konversi adc lewat layar monitor.

#### **4.7 Pengujian Sistem**

Pengujian sistem dilakukan dengan cara membandingkan hasil pemeriksaan urin dengan sistem yang telah dibuat dengan data hasil pemeriksaan di laboratorium medis seperti,

- Poliklinik Anak, RSUD DR. Soetomo Jl. Dharmahusada 6-8 Surabaya, pada bulan Juli dengan satu sampel untuk pengukuran konsentrasi Creatinine.

- Lab. Spektrum (swasta) Jl. Perak Timur, pada bulan Juli dengan 5 sampel untuk masing-masing pengukuran konsentrasi Creatinine dan Urea.

Perbandingan hasil data pengukuran pada alat yang dibuat dengan alat sebenarnya dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1

Perbandingan hasil analisa Lab. dengan alat yang dibuat

Sampel Creat	Alat Lab.	Alat TA	Satuan
1	143,0	102,5	mg/dl
2	136,7	91,00	mg/dl
3	351,9	92,00	mg/dl
4	136,7	78,43	mg/dl
5	351,9	92,32	mg/dl
6	103,5	111,3	mg/dl
Sampel Urea	Alat Lab.	Alat TA	Satuan
1	2,384	2,777	g/100ml
2	1,768	1,641	g/100ml
3	2,143	2,641	g/100ml
4	1,795	2,008	g/100ml
5	3,188	3,305	g/100ml

# **BAB V**

## **PENUTUP**

---

### **5.1 KESIMPULAN**

Dari hasil pengujian yang dilakukan baik pengujian per blok, maupun pengujian sistem keseluruhan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut,

- a. Dari hasil pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa sistem yang direncanakan masih memiliki kekurangan.

Kemungkinan yang terjadi penyebabnya antara lain :

- Transduser dan sistem optik yang kurang valid
- Rangkaian keseluruhan kurang presisi
- Pengaruh kondisi lingkungan (cahaya, temperatur dan waktu) yang mengurangi unjuk kerja Fotodioda.
- Menggunakan kuvet bundar.

- b. Fotodioda yang diperoleh sebagai transduser ini, memiliki respon yang besar terhadap pada panjang gelombang 700-800 nm, sedangkan 400-600 nm relatif kecil.

- c. Interfacing fotometer untuk analisa urin ini sangat membantu kelancaran dan efisiensi waktu bagi para petugas laboratorium medis

karena pengukuran serial (33 sampel) yang lebih cepat secara otomatis dan data base langsung diolah komputer, hasil pengukuran disimpan sebagai file dan dapat dicetak ke printer.

- d. Dari pengujian sistem keseluruhan, dapat disimpulkan semakin lama pengukuran larutan semakin berubah komposisi atau konsentrasi larutan (sampel).

## 5.2 SARAN

- a. Alat yang dibuat ini dapat disempurnakan dengan jalan mengganti transduser dan kuvet khusus untuk fotometer. Demikian juga kepresisian dari sistem optik sangat penting agar didapat panjang gelombang yang dikehendaki dan menghasilkan cahaya monokromatik bandwidth kecil.
- b. Waktu pengukuran berpengaruh besar terhadap konsentrasi urin, jadi waktu pengukuran harus sesuai dengan prosedurnya.
- c. Pencampuran komposisi-komposisi reagen harus sesuai prosedur yang mengikutinya.

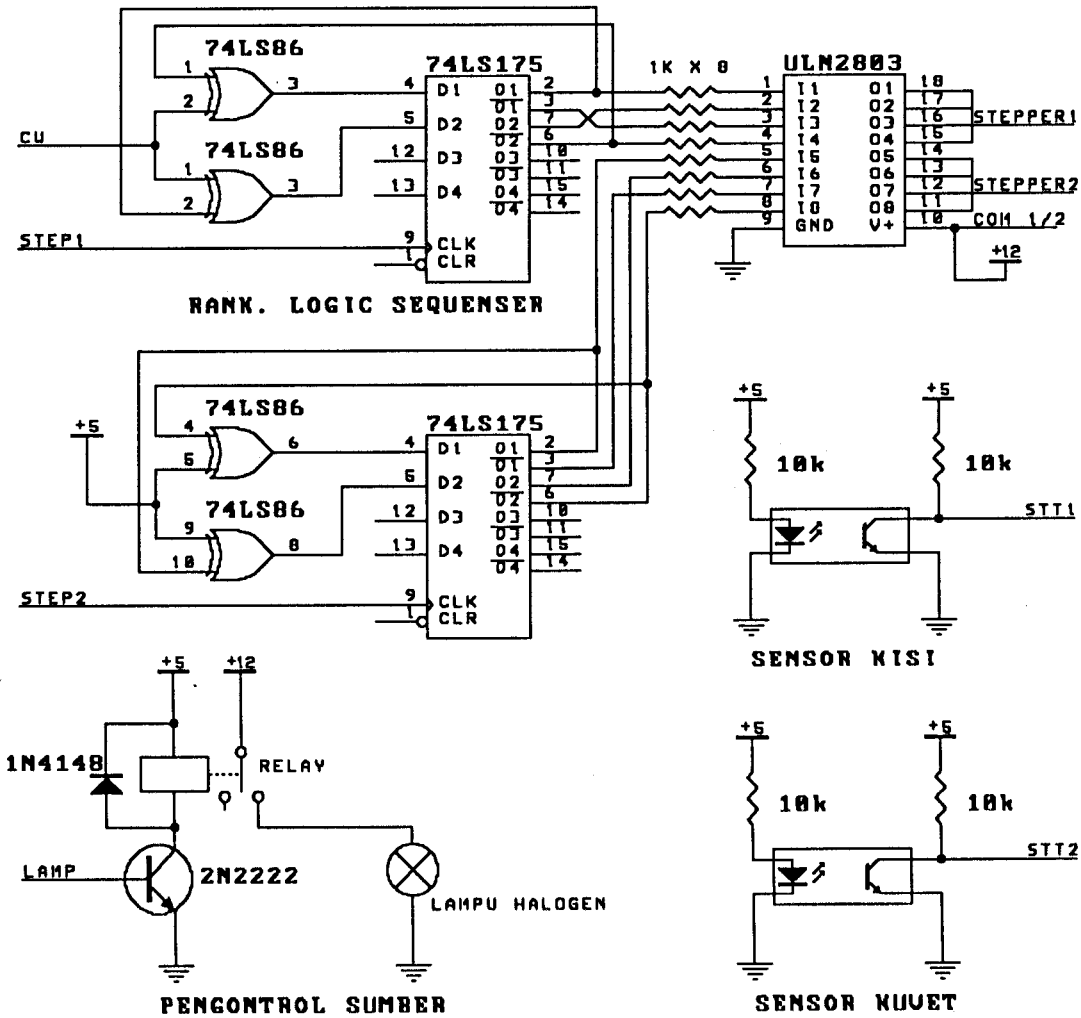
## DAFTAR PUSTAKA

---

1. Coughlin, Robert F. ; Driscoll Frederick F., Operational Amplifier Linear Integrated Circuits, Prentice Hall Inc., Englewood Clift, New York, 1992.
2. Day R.A, Jr.; Underwood A.L, Quantitative Analysis, 4th Edition, Prentice-Hall Inc, 1980.
3. Edijanto S.P, Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Surabaya, 1994.
4. Greenberg Leonard H., Physics With Modern Applications, W.B. Saunders Company, USA, 1978.
5. Insap Santosa , Dasar-dasar Pemrograman Pascal : Teori dan Program Terapan, Andi Offset, Yogyakarta, 1991.
6. Uffenbeek John, The 8086/8088 Family : Design, Programming, and Interfacing, Prentice Hall International Inc, Englewood Cliffs, New York, 1987.
7. Wasito S., Data Sheet Book 2, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1992.
8. ...., Kumpulan Pedoman Kerja Makro Teknik, Boehringer Mannhein, Indonesia.
9. ...., Kumpulan Pedoman Kerja Kimia Klinik, Merck Chemical Divn, PT Pebapan, Jakarta.
10. ...., Optoelectronics Device Data, Motorola Inc, USA, 1989.

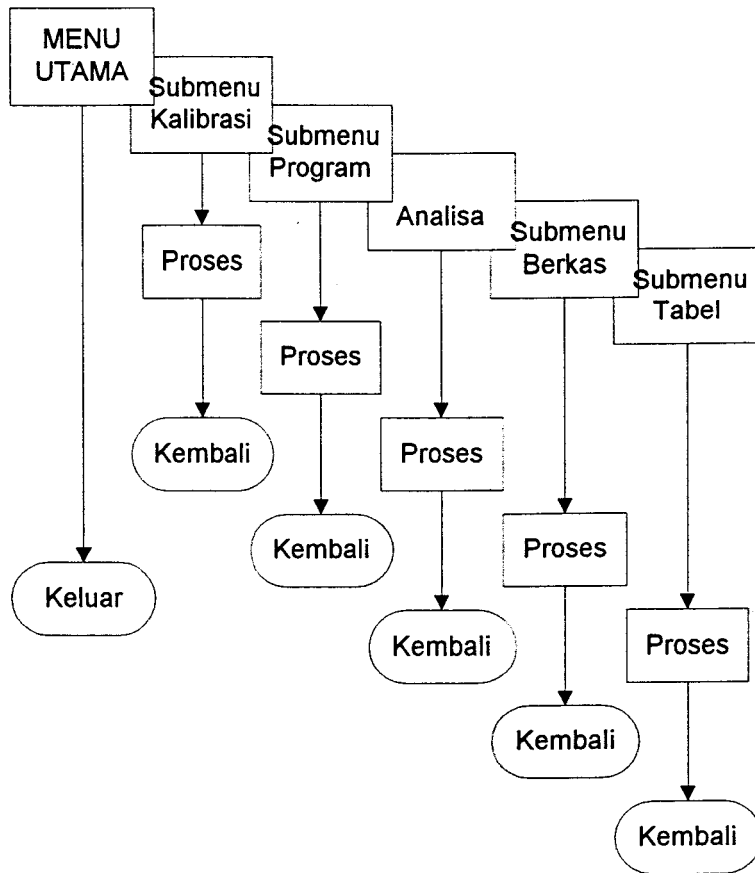




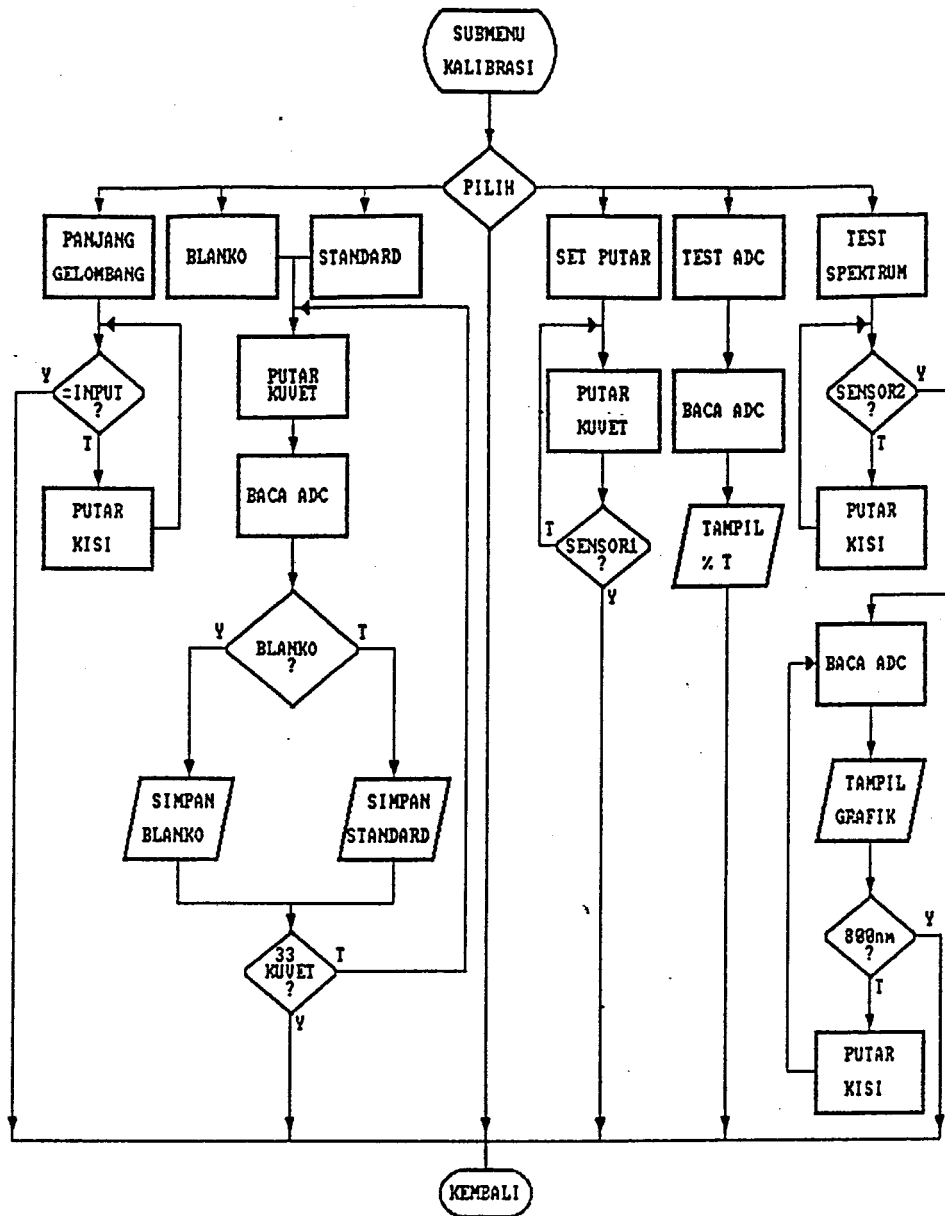




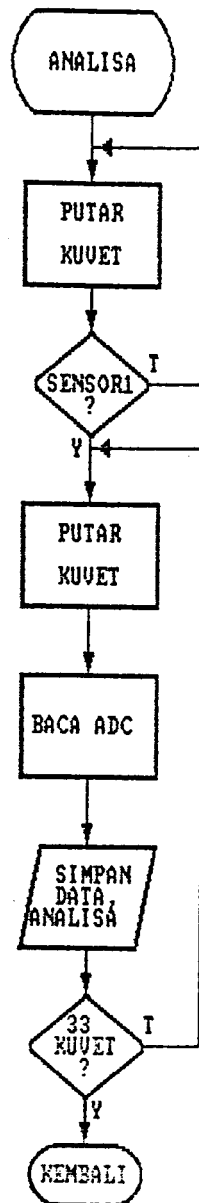
### Flowchart Program Utama



# Flowchart Program Kalibrasi



Flowchart Program Analisa



## RIWAYAT HIDUP



Taufiqurrahman Siregar, dilahirkan di Medan, Sumatera Utara pada tanggal 22 September 1968.

Putra ketiga dari tiga bersaudara dari :

Ayah : M.Bakirun Siregar (alm.)

Ibu : S.Rumindang Hutagalung

Terdaftar sebagai mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 1988 dengan nomor pokok 2882201075. Selama menjadi mahasiswa di tahap sarjana pernah aktif sebagai asisten Praktikum Rangkaian Listrik dan Praktikum Elektronika.

Pendidikan yang telah ditempuh saat ini :

TK Al-Iklash Medan lulus tahun 1975

SD Negeri 026 Medan lulus tahun 1981

SMP Negeri 7 Medan lulus tahun 1984

SMA Negeri 12 Surabaya lulus tahun 1987

Perguruan Tinggi di Fakultas Institiut Teknologi - Jurusan Teknik Elektro - Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dan diharapkan pada ujian sarjana periode Agustus 1995 ini dapat menyelesaikan studinya.